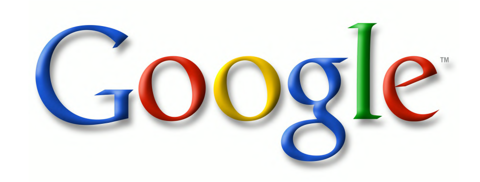










PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS





PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

[MA]CHINES, OUTILS ET APPAREILS

LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS,

Employés dans les différentes branches de l'Industrie française et étrangère.

TOME VII.

[À l]a veille d'une nouvelle Exposition des produits de l'industrie natio[nale, n]ous commençons le VIIe volume de notre Recueil de machines, outils [et app]areils, c'est-à-dire que nous voulons continuer à faire connaître tout ce que nous verrons de remarquable, d'ingénieux et d'utile dans cette collection importante, qui, malgré les événements que nous avons traversés depuis un an, n'en sera pas moins digne de la France, et ne le cédera en rien aux Expositions précédentes.

Lorsque le commerce est suspendu, le génie français ne s'arrête pas pour cela; au contraire, il semble qu'il travaille avec plus d'ardeur à des découvertes nouvelles, soit pour perfectionner les produits ou les moyens de fabrication, soit pour obtenir de nouveaux résultats, soit encore pour rendre la main-d'œuvre plus facile, moins pénible, et en même temps plus économique.

Notre pays est évidemment agricole et industriel; que l'instruction, que les lumières continuent de s'y répandre, et nous n'aurons à craindre aucune concurrence étrangère. Avec les nouvelles institutions dont il doit être doté, avec de bonnes méthodes d'enseignement, les générations qui se succèdent pourront faire de grandes choses en industrie, comme en agriculture. Nous en avons l'espoir, l'époque prochaine ne tardera pas où, comprenant mieux tout ce qui peut concourir à nos progrès, on s'occupera moins dans les écoles de latin et de grec, mais beaucoup plus de sciences exactes, de physique, de chimie, de mathématiques, de dessin industriel, etc.

Pour nous, notre tâche est belle et laborieuse, nous l'avons reconnu depuis longtemps, en publiant les outils, les instruments, les appareils les meilleurs qui s'inventent et se perfectionnent chaque jour; car c'est faciliter la marche constamment progressive de la mécanique et de toutes les

branches qui s'y rattachent, que de faire connaître les moyens, les procédés les plus avantageux exécutés dans les diverses industries.

Nous l'avons dit souvent ailleurs, le dessin géométral étant la représentation exacte des objets, est appelé à rendre, de jour en jour, de plus grands services à tous les travailleurs, il deviendra une langue universelle comprise par tout le monde; heureux de coopérer, pour notre faible part, à faciliter son intelligence, nous en avons déjà reçu la récompense par le bienveillant accueil dont toutes nos publications ont été honorées (1).

Nous adressons de nouveau, à ce sujet, nos bien sincères remerciements à nos constants souscripteurs qui, malgré les circonstances, n'ont pas moins bien voulu nous continuer leurs encouragements. Nous les remercions de leur concours, comme nous leur promettons de multiplier nos efforts pour augmenter autant qu'il nous sera possible l'intérêt des articles que nous choisissons pour notre Recueil périodique.

La liste suivante, qui est un aperçu des matériaux que nous disposons en ce moment, outre ceux que nous recueillerons à l'exposition, sera d'ailleurs la meilleure preuve que nous puissions en donner :

Le VII[e] volume et les suivants comprendront : Machines à sculpter la pierre et les métaux; — Blanchisseries; — Moulins à blé divers; — Grues à diligence perfectionnées; — Sucrerie à betteraves, ensemble d'usine; — Machine à trancher le placage; — Pompes hydrauliques; — Machines à façonner les bois de fusil et autres; — Dragues à vapeur avec leur moteur; — Presses à gaufrer; — Découpoirs à tôle; — Ensemble et disposition générale d'ateliers de construction; — Machines d'agriculture; — Scieries; — Machines soufflantes: — Tours sphériques et autres; — Machines à vapeur à deux cylindres; — Machines à percer; — Chaudières diverses; — Treuils; — Cisailles; — Métiers à rubans; — Presses typographiques perfectionnées; — Fours à souder et à puddler; — Machines à vapeur pour bateaux; — Locomotive système Crampton; — Grilles fumivores; — Télégraphie et moteur électriques, et enfin tout ce que l'exposition renfermera de nouveau et de remarquable dans notre spécialité.

(1) Nous venons de faire paraître pour les Écoles et pour les jeunes gens qui se destinent à la carrière industrielle, un ouvrage élémentaire sur le dessin, qui a pour titre : NOUVEAU COURS DE DESSIN INDUSTRIEL, appliqué principalement à la mécanique et à l'architecture.

ERRATA.

Il s'est glissé dans le tableau que nous avons donné avec notre article des machines d'épuisement, 10[e] livraison, 6[e] volume, pages 482 et 483, quelques erreurs de chiffres que nous rectifions aujourd'hui d'après l'obligeant avis de M. Hochereau, directeur des forges, usines et fonderies de Haine-Saint-Pierre (Belgique).

A la ligne 11[e], au lieu des résultats mentionnés pour la *surface totale des grilles*, il faut lire successivement pour chacune des 10 colonnes :

4m. q. 464, — 1m. q. 488, — 4m. q. 464, — 4m. q. 464, — 5m. q. 859, — 4m. q. 836, — 2m. q. 790, — 5m. q. 580, — 4m. q. 185, — 4m. q. 185.

A la ligne 12[e], même observation, et lire :

Surface de chauffe, 250m. q. 542, — 87m. q. 513, — 274m. q. 536, — 320m. q. 943, — 354m. q. 633, — 293m. q. 043, — 148m. q. 614, — 323m. q. 733, — 250m. q. 542, — 250m. q. 542.

De même au tableau, page 493, la place de la virgule a été interposée, et il faut lire, avant-dernière colonne, au lieu de : 261,25, 219,65, 268,32, 249,74,
26,125, 21,965, 26,832, 24,974.

MACHINES ET OUTILS

PROPRES A TRAVAILLER

LA PIERRE, LE MARBRE ET AUTRES MATIÈRES DURES

DE LA SOCIÉTÉ **BÉRARD & C[e]**, FABRICANTS A PARIS,

Projetés par **M. CHEVOLOT**,

Et exécutés par **M. DECOSTER**, Mécanicien.

(PLANCHE 1re.)

Les machines et les divers outils que nous avons vus fonctionner et fait relever avec soin dans l'usine de MM. Bérard et C[e], à Paris, ont pour objet de tailler, tourner, percer, aléser, raboter ou mortaiser la pierre, le marbre, et toute autre substance analogue, de manière à leur donner toute espèce de formes géométriques, droites, courbes, circulaires, ou encore suivant des dessins à contours déterminés. Ces machines remplissent donc ainsi plusieurs conditions essentielles pour effectuer les diverses opérations avec une aptitude, une précision rigoureuse, et avec une grande économie de main-d'œuvre et de temps, quelles que soient d'ailleurs la nature, la forme et les dimensions mêmes des objets.

Elles se prêtent, on peut le dire, avec une merveilleuse dextérité, à tous les mouvements, à toutes les combinaisons que l'on se propose d'obtenir, et permettent de s'appliquer avantageusement à une fabrication continue susceptible de livrer ses produits dans le commerce, dans des temps très-courts, et à des prix très-réduits comparativement à ceux que peuvent fournir les travaux exécutés à la main.

Chacune de ces machines peut effectuer au besoin plusieurs opérations distinctes; quelques-unes d'entre elles sont combinées de telle sorte qu'elles peuvent exécuter tout ce que l'on est susceptible d'exiger dans la pratique pour l'architecture moderne ou gothique, et en général pour toutes les constructions en marbre ou en pierre. C'est en 1842 que M. Chevolot proposa pour la première fois de travailler ces matières mécaniquement. Il

prit à cette époque, le 14 décembre, un brevet d'invention de quinze ans, sous le titre de *Machine à tailler et à guillocher la pierre.* Mais cette machine, exécutée en partie en bois, ne pouvait présenter toute l'exactitude désirable; il ne tarda pas à la perfectionner et à envoyer à l'exposition de 1844, comme échantillon, une rosace sculptée en pierre de plus de 2 mètres de diamètre, qui était remarquable par les formes et contours découpés géométriquement. Il prit ensuite une machine à raboter les métaux, du système de Whitworth, publiée dans notre premier volume, et y appliqua un mécanisme et des outils propres à produire divers objets en marbre, tels que des consoles et modillons de cheminée. Plus tard, la société formée en 1846, à Paris, pour l'exploitation de ce système, fit faire une série de machines bien étudiées et perfectionnées par M. Decoster, avec les indications de M. Chevolot. Ce sont ces dernières que nous avons pu relever et dessiner avec détails.

Nous allons décrire d'une manière toute particulière l'un de ces appareils afin d'en bien faire voir tous les mouvements, et par suite toutes les conditions qu'ils sont susceptibles de remplir. On en pourra ensuite aisément reconnaître les dispositions analogues dans les autres, avec les particularités qui les distinguent, et en même temps en déduire toutes les applications désirables dans les arts.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A SCULPTER
REPRÉSENTÉE PL. 1.

Cette machine est représentée sous différentes faces et détaillée sur les figures de la pl. 1re avec plusieurs des outils qui y sont adaptés.

La fig. 1re est une élévation vue de face de la machine toute montée;

La fig. 2e en est un plan général vu en dessus;

La fig. 3e en est une projection latérale, perpendiculaire à la précédente;

La fig. 4e une coupe verticale faite par l'axe de la colonne suivant la ligne 1-2;

Et la fig. 5e une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 3-4.

On voit que cette machine n'ayant qu'une colonne fixe pour bâtis, est construite de manière à permettre de faire prendre à l'outil qui travaille toutes les positions désirables, soit qu'il tourne sur lui-même, soit qu'il ait un mouvement de rotation. A cet effet, il est adapté à un mécanisme fort important auquel on a donné le nom de *plume mobile*, et qui est appliqué à toutes les machines de l'usine avec des dimensions proportionnelles.

Plume mécanique. — Les propriétés particulières de cette plume mécanique sont :

1° De se rapprocher ou de s'écarter de la colonne centrale, pour permettre à l'outil de travailler à volonté près du centre, ou au contraire à des distances plus ou moins grandes;

2° De monter ou de descendre l'outil, suivant la hauteur de la pièce qu'il doit tailler, aléser ou tourner;

3° De le faire marcher autour de la colonne, soit en suivant des circonférences régulières, soit en suivant des courbes quelconques comme des volutes, par exemple, des doucines ou toute autre ligne ;

4° De le faire travailler, soit par un mouvement de rotation continu en maintenant la courroie de commande constamment tendue, quelles que soient les positions qu'on lui fasse prendre, soit par un mouvement de translation rectiligne ou curviligne.

On comprend que réunissant ainsi autant de conditions, on puisse avec un tel mécanisme, effectuer une suite d'opérations très-différentes, et obtenir des objets sculptés dont les dessins varient à l'infini; c'est en effet ce qui a lieu avec les machines de la société Bérard.

Nous allons faire voir toute la construction de cette plume mécanique, qui est une des parties les plus essentielles de l'appareil; nous ferons connaître ensuite les particularités des autres parties de la machine et des outils qui y sont appliqués.

Pour mieux faire comprendre la disposition et les détails de cette plume, nous avons cru devoir la représenter séparément sur les fig. 6 et 7.

Elle se compose : 1° d'un axe vertical en fer A, creux dans la plus grande partie de sa longueur, et recevant à sa base renflée le porte-outils proprement dit B;

2° D'une vis de rappel C, dont le bout est assemblé au sommet de l'axe, de telle sorte qu'il puisse tourner plus ou moins rapidement sur lui-même, sans l'entraîner avec lui dans sa rotation, tandis qu'elle peut le faire monter ou descendre, et par suite éloigner l'outil, ou le rapprocher du plateau sur lequel se monte la pièce à travailler;

3° D'un support mobile D qui embrasse l'axe vertical et permet de le transporter sur toute la longueur du bras en fonte E (fig. 8), appliqué à l'arbre principal H, comme on le verra plus loin ;

4° D'un écrou en bronze *a* traversé par la vis, et logé dans la tête du support mobile qui se prolonge en se recourbant, comme le montre le dessin ; cet écrou porte une roue droite dentée *b*, avec laquelle engrène un pignon plus petit *c* qui est monté sur le bout de la tige verticale *d*, de telle sorte qu'en faisant tourner cette tige à l'aide du petit volant à poignée *e*, on fait mouvoir les deux engrenages, qui entraînent l'écrou, et par suite on fait monter ou descendre la vis et l'axe vertical A ;

5° D'un second écrou *a'*, fixé sur le support mobile et traversé par la vis de rappel F, placée horizontalement dans le milieu du long bras de fonte E; en tournant cette vis par la poignée *f*, qui la termine à l'extérieur, on fait avancer l'écrou et avec lui le support et toute la plume mécanique, ce qui permet ainsi de rapprocher l'outil ou de l'éloigner du centre de l'arbre principal H, suivant les besoins;

6° De la poulie à gorge G, et de ses deux rouleaux de tension *g*, disposés de chaque côté pour maintenir la corde ou la courroie constamment tendue, quelle que soit d'ailleurs la position occupée par la plume ; cette

courroie passant entre les poulies, comme le montre le plan général fig. 2, embrasse aussi, d'une part, la poulie de commande G′, montée sur l'arbre principal H (fig. 3), et, de l'autre, la poulie de renvoi G^2, appliquée vers l'extrémité du bras horizontal E; l'axe de cette dernière est fixé sur une douille mobile *h* qui, à l'aide d'une petite vis de rappel *i*, permet d'en régler la position exacte, et par suite de tendre la courroie au degré voulu pour le travail.

Sur l'axe A et entre les deux joues du support D, est un fort ressort à boudin *i′* (fig. 6 et 7) qui est pressé entre la joue inférieure de ce support et une embase rapportée sur l'axe vertical. Cette dernière est retenue par une vis de pression, quand sa position a été réglée par rapport à la hauteur de l'outil. Le ressort à boudin a pour objet de remédier au jeu qui peut se produire soit dans l'écrou fileté *a*, soit dans d'autres parties d'ajustement, par le travail même de l'outil; on comprend qu'il importe que celui-ci soit toujours tenu d'une manière très-solide, et non susceptible de se déranger lorsqu'il fonctionne, sans quoi il pourrait brouter et produirait des ondulations sur les surfaces de la pierre ou du marbre.

Arbre porte-outils. — Le bras horizontal E, sur lequel la plume est ajustée, forme à l'extrémité un collet qui embrasse la douille cylindrique I (fig. 4) embrassant elle-même l'arbre vertical H; de sorte qu'il peut tourner autour de cette dernière exactement comme s'il pivotait par son extrémité, ce qui permet à la plume de prendre toutes les positions désirables. Cette douille I formant en même temps support à l'arbre H et à sa vis, est ajustée à queue d'hironde sur un second bras horizontal E′, fondu avec la grosse colonne verticale M; ce bras est plus fort et en même temps plus long que le premier. Le porte-plume peut s'y promener à l'aide de la longue vis de rappel J (fig. 1) qui se termine par un volant à main *j*, et qui traverse un écrou en bronze a^2, rapporté et fixé dans le support à douille (fig. 4). On peut donc, par cette combinaison, éloigner ou rapprocher du centre de la colonne fixe M le bras E, et par suite le second arbre H, qui, plus fort que le premier A, reçoit comme lui à sa base un porte-outils variable; de sorte qu'on peut à volonté travailler avec l'un ou l'autre indifféremment, suivant qu'on le trouve plus commode ou plus convenable pour la pièce à sculpter. Une telle disposition a le double avantage de permettre les changements de position, non-seulement à la plume et à son porte-outils, mais encore à l'arbre principal et aussi à son porte-outils.

Cet arbre qui commande celui A, comme on l'a vu plus haut, par la poulie G′ montée à son sommet, reçoit lui-même son mouvement de rotation par la roue d'angle K fondue avec cette poulie, et qui engrène dans le pignon d'angle K′. L'axe de ce pignon se prolonge en traversant une partie renflée de la branche recourbée fondue avec le support de la douille I, afin de porter, à l'autre bout, la poulie verticale L, commandée par celle correspondante L′ (fig. 2 et 3). La courroie qui communique le mouve-

ment à cette poulie L est disposée comme celle qui passe de la poulie G à la poulie G'; c'est-à-dire que pour rester constamment tendue, quelle que soit la position occupée par l'arbre H sur la longueur du bras E', elle passe sur une poulie de renvoi L^2, mobile sur un goujon rapporté à l'extrémité de celui-ci, et en outre, entre les petits rouleaux de tension *g'* dont les tourillons sont ajustés dans des renflements ménagés derrière le support I.

Pour faire descendre ou monter l'arbre porte-outils H, les auteurs ont adapté à son sommet un mécanisme semblable à celui qui est appliqué sur l'axe de la plume et qui consiste en une vis de rappel C', dont l'extrémité inférieure est engagée de manière à ne pas empêcher l'arbre de tourner, quoiqu'elle l'oblige à monter ou à descendre, quand on fait marcher l'écrou a^3 qu'elle traverse (fig. 4) ; ce qui a lieu par la roue droite *b'* fixée sur celui-ci, et le pignon *c'* (fig. 1re) dont l'axe *d'* descend verticalement pour porter le volant à poignée *e'* que l'ouvrier manœuvre à la main. L'arbre H jouit donc des mêmes propriétés, des mêmes avantages que celui de la plume, et comme il est d'une plus forte dimension, il permet d'y appliquer aussi des outils plus puissants et de travailler sur de plus grandes surfaces à la fois.

Plate-forme et plateaux. — Le long et fort bras en fonte E' qui reçoit à son milieu la vis de rappel horizontale J, est solidaire, comme nous l'avons dit, avec la colonne centrale M, laquelle sert de bâtis à toute la machine, et qui, pour cela, est fondue avec un large patin M' afin de l'assujétir solidement sur une pierre d'assise. Le corps de cette colonne est tourné cylindriquement pour que le mécanisme qui porte les pièces à façonner puisse prendre autour d'elle toutes les positions voulues, et en outre, monter ou descendre au besoin. Ainsi la plate-forme en fonte N est en deux pièces et s'ajuste à bride sur la partie cylindrique où on la retient par la vis de pression *l* à manivelle d'étau. Du côté opposé à cette vis est une crémaillère droite et verticale *l'*, qui s'applique contre la surface de la colonne, et avec laquelle engrène le pignon droit l^2 (fig. 4) dont l'axe se prolonge, afin de recevoir à l'une de ses extrémités la roue dentée *m*; celle-ci est elle-même commandée par un pignon intermédiaire *m'*, et afin qu'un seul homme pût manœuvrer tout le système sans difficulté, on a encore ajouté deux autres petits engrenages *n* et *n'*, de sorte qu'en plaçant une manivelle sur la partie carrée qui termine l'axe du dernier pignon *n'* on fait mouvoir ces différentes roues et avec elles le premier pignon l^2. Or, comme la crémaillère avec laquelle celui-ci engrène est tenue à la colonne de manière à ne pouvoir ni monter ni descendre, quoiqu'elle puisse tourner sur toute sa circonférence, la plate-forme et tout ce qu'elle porte est nécessairement forcée de s'élever ou de s'abaisser. Il est évident que pour effectuer ce mouvement, on a le soin de desserrer la vis de pression *l* pour rendre la plate-forme libre, et dès que celle-ci se trouve dans la position qu'on veut lui faire occuper on

resserre la vis, puis on engage dans la roue à rochet *o*, qui est rapportée sur le bout de l'axe du dernier pignon *n'*, le cliquet à manche *o'* mobile autour d'un goujon fixe (fig. 1 et 3).

Comme le poids des plateaux et des pièces qui se montent sur eux, lorsqu'ils se trouvent vers l'extrémité de la plate-forme, est assez considérable pour tendre à faire fléchir ou au moins vibrer celle-ci, quoiqu'elle soit construite très-solidement, et qu'elle embrasse la colonne sur une grande étendue, on a ajouté à cette extrémité une chape verticale en fonte portant un rouleau ou galet à gorge O', qui repose sur un chemin de fer circulaire O^2, sur toute la longueur duquel il peut librement se promener. De cette sorte, les charges, quelque considérables qu'elles soient, ne peuvent influer sur le travail, la plate-forme et les plateaux n'en restent pas moins dans un plan exactement horizontal, et permettent d'opérer avec sécurité, sans craindre de vibrations.

Pour que l'objet à sculpter P, soumis à l'action de l'outil, puisse, au besoin, changer de position par rapport à celui-ci, et cela, dans toutes les directions possibles, on a disposé le plateau en fonte Q, sur lequel on le scelle préalablement avec du plâtre, de manière à lui permettre soit un mouvement circulaire, soit un mouvement rectiligne; à cet effet, ce plateau a la forme circulaire, avec un trou percé à son centre, pour recevoir un goujon *r* (fig. 4), sur lequel il peut pivoter, et une gorge striée à sa circonférence extérieure, pour engrener avec une vis sans fin *p'*. Ainsi, en tournant cette vis par la manivelle ou la poignée r^2, rapportée à son extrémité (fig. 3 et 5), on fait mouvoir le plateau et avec lui la pièce à sculpter. Ce plateau circulaire repose sur un second plateau plus grand P', de forme rectangulaire, et assis sur la plate-forme, qui, comme le montre la coupe verticale (fig. 4), est traversée, dans son épaisseur, par une ouverture à coulisse, afin d'y loger l'écrou en bronze a^4, et au-dessous la vis de rappel C^2, que l'on manœuvre également à la main par une manivelle qui s'ajuste sur son bout carré.

On voit donc que par cette disposition de plate-forme et de plateaux mobiles, d'une part, puis de la plume mécanique et de son porte-outils, de l'autre, on peut aisément faire suivre à l'outil des directions quelconques, pour tailler ou sculpter des contours déterminés. C'est ainsi que l'on parvient sans peine à faire sur cette machine, et avec une grande rapidité, des consoles de cheminée, par exemple, qui portent non-seulement des moulures sur les faces, mais encore sur le champ, moulures qui sont d'autant plus remarquables, qu'elles suivent des sinuosités curvilignes ou situées sur des surfaces courbes.

Disposition des mouvements. — Les mouvements de la machine sont encore combinés de telle sorte que le porte-outils puisse travailler aussi bien en marchant qu'en tournant. Ainsi on a vu par ce qui précède que l'arbre principal H est animé d'un mouvement de rotation continu, qui lui est communiqué par une courroie sans fin passant sur

les poulies L et L′. Ce mouvement a lieu toutes les fois qu'on veut appliquer une lame, une mèche, un foret, pour tourner, perler, aléser, ou tailler, soit des parties courbes ou circulaires, soit des parties mixtilignes ou des moulures concentriques, etc. Mais on peut aussi imprimer à cet arbre H un mouvement rectiligne, en le faisant alors marcher avec la douille à collet qui le porte, sur la longueur du grand bras fixe E′ qui est solidaire avec la colonne. Dans ce cas, on débraye la courroie précédente, puis on fait mouvoir la longue vis de rappel J par la machine même, en faisant embrayer alternativement avec la roue d'angle R, fixée sur la tête de cette vis, les deux roues égales R′ et R^2. L'une de ces roues, celle R′, est assujétie sur l'arbre de couche S (fig. 2), l'autre, R^2, est montée sur la douille qui forme le prolongement du moyeu de la poulie T, qui est ajustée libre sur cet arbre. Or, à côté de celle-ci est une poulie folle T′, et plus loin, une poulie fixe T^2, sur lesquelles on peut faire passer successivement la courroie motrice *q*, à l'aide de la fourchette mobile *q′*; il en résulte que la vis de rappel obéit tantôt à la rotation de la roue d'angle R′, et tantôt à celle de la roue d'angle R^2, qui tourne en sens contraire, par conséquent le porte-outils va et vient sur la longueur du bras E′. Pour que ce mouvement se fasse de cette manière, sans que l'ouvrier ait la peine d'agir sur la fourchette, on met celle-ci en communication avec une tige recourbée à coulisse *s*, qui se relie, d'une part, avec l'axe de la fourchette et, de l'autre, avec une équerre en fer *s′*, attachée elle-même par articulation à la règle méplate s^2, placée au-dessus du bras fixe E′, et munie de touches ou goujons saillants. Il est aisé de concevoir que si dans le mouvement rectiligne de la douille à collet I, et de son arbre porte-outils, on fasse en sorte que l'équerre soit touchée pour s'avancer à droite ou à gauche par les goujons, la fourchette sera alternativement poussée dans un sens ou dans l'autre, et forcera par suite la courroie motrice à passer successivement de la poulie T à la poulie T^2, et par conséquent à faire mouvoir la roue d'angle R tantôt d'un côté et tantôt de l'autre. On peut régler l'amplitude de ce mouvement de va-et-vient en variant l'écartement des touches sur la règle méplate s^2, qui, comme le montre le plan (fig. 2), est percée de trous sur toute sa longueur, afin de changer à volonté la place des goujons.

On peut aussi opérer le débrayage et l'embrayage successifs à la main, à l'aide de la bascule *t*, qui est reliée par son milieu au bout de l'axe de la fourchette *q′*, et qui est terminée par une poignée sphérique formant contre-poids, pour servir particulièrement à aider le changement de place de la fourchette, pendant que des buttoirs *t′* limitent la course de celle-ci dans son passage successif de la poulie T à la poulie T^2. Lorsque cette bascule est verticale, comme on l'a supposé sur le dessin fig. 1re, la courroie se trouve sur la poulie folle T′, le mouvement est interrompu et la machine est arrêtée.

Des porte-outils. — Le porte-outils B est variable de forme et de dimensions, afin de recevoir des outils qui sont également très-différents

les uns des autres, suivant les moulures que l'on veut obtenir comme suivant les dessins ou les contours à reproduire. Ces outils et ces porte-outils s'appliquent aussi bien que la plume mécanique aux diverses machines qui fonctionnent dans l'établissement. Nous allons en faire connaître plusieurs.

Les fig. 10 et 11 représentent en élévation et en plan un porte-outils fort simple B qui s'emmanche directement et à vis au bout inférieur de l'arbre vertical H, ou, si l'on veut aussi, au bout de l'axe A. Il peut recevoir indifféremment des outils qui doivent travailler en tournant sur eux-mêmes, ou bien des outils qui travaillent en marchant. Dans ce système, le porte-outils est d'une seule pièce, et la lame, le foret ou la mèche *u* y sont fixés à demeure et au centre par une vis de pression : cet outil, sur le dessin, est destiné à faire des rosaces, par conséquent il opère par rotation continue. On peut également faire servir ce porte-outils à recevoir une lame horizontale u', au lieu d'une verticale *u*; dans ce cas, elle opère évidemment en rabotant, c'est-à-dire que le porte-outils est animé d'un mouvement de va-et-vient. La fig. 12 désigne un porte-outils à platines qui pincent entre elles des lames ou des mèches plates u^2, travaillant en dessous ; il y en a d'autres analogues, qui servent à recevoir une mèche ou un outil travaillant sur le côté.

Nous en avons vu aussi qui réunissent les conditions des deux précédents, et qui, en outre, permettent de placer l'outil suivant une inclinaison quelconque ; à cet effet, les deux platines qui les pincent sont montées à tourillons, pour leur permettre de pivoter sur elles-mêmes, ce que l'on fait à l'aide d'une poignée qui est à la disposition de l'ouvrier.

Il existe aussi des porte-outils qui permettent de varier au besoin la position de l'outil, pour s'éloigner ou se rapprocher du centre, tels sont les porte-outils représentés sur les fig. 13 et 14 ; dans l'un, l'outil est renfermé dans une espèce de boîte U, fondue avec la douille B, et sur le côté de laquelle sont plusieurs vis de pression v', qui serrent une platine en fer v^2, logée à l'intérieur. Comme cette platine a toute la longueur de la boîte, on comprend qu'elle peut toujours pincer l'outil, qu'il soit placé près ou loin du centre. Dans l'autre, l'outil est tenu au centre d'une pièce mobile U^2, qui peut glisser, comme un support à chariot, sur la base dressée et allongée de la douille U, dans l'intérieur de laquelle est une vis de rappel qui traverse l'écrou logé dans la pièce ; ainsi, en tournant cette vis, on fait marcher l'écrou, et on éloigne par suite l'outil du centre de l'arbre, ou on le ramène vers celui-ci.

Il y a des porte-outils du même genre et sur lesquels on peut monter à a fois deux outils qui travaillent simultanément.

Ces différents porte-outils, variables de formes et de dimensions, et applicables, comme nous l'avons dit, à toutes les machines de l'usine, sont des parties nouvelles d'un grand intérêt, et qui ne se rencontrent pas évidemment dans les machines-outils destinées au travail des métaux.

Diverses formes d'outils. — Il en est de même des divers outils dont la forme, la disposition et jusqu'au tranchant, ont été étudiés d'une manière toute particulière; quoique ces outils puissent varier à l'infini, selon les dimensions et les contours des moulures que l'on veut reproduire, il est facile cependant de leur reconnaître, au moins dans plusieurs d'entre eux, un cachet particulier, qui a été surtout amené par le travail même des matières, comme le marbre ou la pierre. Nous avons vu des outils qui travaillent sur le côté, et d'autres qui travaillent par bout: il y en a qui fonctionnent en tournant, d'autres en marchant graduellement, ou bien en restant fixes, mais en faisant avancer la pièce.

Ainsi la fig. 15 représente un outil triangulaire et tournant v, qui s'adapte à l'un des porte-outils précédents, et qui ayant son axe vertical est supposé travailler horizontalement, entraîné par la rotation de l'arbre A de la plume mécanique. On emploie habituellement cet outil pour faire les moulures de la surface courbe des consoles de cheminée, telles que celle qui est dessinée sur le plan fig. 5. On se sert alors, pour tailler ces moulures rigoureusement, d'un calibre ou gabarit en fer x (fig. 9), qui a exactement la forme du contour à reproduire, et qui est préalablement scellé sur l'objet en marbre. Ce gabarit peut être d'une seule pièce ou composé de plusieurs morceaux.

L'ouvrier chargé de la conduite de la machine, ayant à sa disposition, comme on l'a vu plus haut, d'une part, la plume mécanique qu'il peut faire tourner dans tous les sens, et de l'autre, la plate-forme et le plateau mobile sur lequel se place la pièce à travailler, peut évidemment faire suivre à l'outil le contour du calibre, soit en manœuvrant la plume, soit en manœuvrant le plateau, et quelquefois même en faisant mouvoir les deux à la fois; de sorte que l'outil reçoit non-seulement un mouvement de rotation rapide, mais encore un mouvement de translation très-lent, en ligne courbe ou en ligne droite, suivant le dessin à produire; tantôt c'est l'objet qui s'avance à son action, et tantôt, aussi, l'un et l'autre s'avancent en même temps; l'ouvrier a le soin que, dans ces divers mouvements, la tige ou partie cylindrique de l'outil, qui surmonte les tranchants, tende constamment à toucher le gabarit; ainsi il le fait appuyer contre la pièce jusqu'à ce que le contact ait lieu. L'outil présente, comme l'indique le plan (fig. 15), trois arêtes saillantes qui fonctionnent; il y en a d'autres qui n'ont que deux ou un seul tranchant.

Les fig. 16 et 17 représentent d'autres outils de différentes dimensions, travaillant par bout, pour exécuter des moulures à gorges ou autres, avec ou sans calibres. La fig. 18 donne le plan vu en dessous et la projection latérale d'un outil qui ne travaille que par le bout, et qui a sa base cannelée, pour présenter plus d'arêtes saillantes propres à attaquer la matière.

Bague tournante a levier. — Une addition fort simple faite à chaque machine, et qui n'en est pas moins d'une certaine importance,

a pour but d'empêcher la pierre ou le marbre d'éclater, lorsque l'outil travaille en allant et en venant pour exécuter des moulures droites ou rectilignes; cette addition consiste dans l'application d'une bague mobile *y* (fig. 19 et 20), rapportée à la partie inférieure de l'arbre H, et avec laquelle fait corps un levier à manche *y*, que l'ouvrier tient à la main, pour faire pivoter cet arbre sur lui-même, d'un quart, d'un tiers ou d'un demi-tour, et par suite aussi retourner l'outil; un buttoir *z* ou une vis buttante sert de guide pour retenir le levier dans l'une ou l'autre position qu'on lui fait prendre. On comprend alors que lorsqu'on taille ou lorsqu'on rabote une pièce en ligne droite, si on craint d'écorner les angles aux extrémités, l'ouvrier n'a qu'à détourner l'outil, à l'aide de ce levier à manche, un instant avant qu'il ne soit arrivé au bout de la course, afin qu'il ne travaille pas pendant cet instant. Cette application a lieu soit lorsque la pièce se meut et que l'outil est fixe, soit lorsque celui-ci marche au contraire et que la pièce est immobile; dans ce dernier cas, on donne du fer ou de la pression, en faisant avancer la pièce graduellement, à chaque course, et dans le premier, c'est en changeant la position de l'outil d'une très-petite quantité. On se rappelle que par la combinaison du mécanisme même de tout l'appareil, on peut obtenir ces résultats en manœuvrant indifféremment le système des porte-outils ou le système des plateaux, sur lesquels on scelle les pièces à sculpter.

Les fig. 21 et 22 détaillées sur la planche 1re représentent des pièces d'arrêt qui s'adaptent sur les plateaux mobiles pour les empêcher de tourner quand on le juge nécessaire.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

On ne peut mieux comparer le travail d'une telle machine par rapport à celui fait manuellement par les moyens ordinaires, qu'à celui d'un tour parallèle, d'une machine à raboter ou à aléser par rapport au ciseau de l'ajusteur sur métaux. Lorsque l'outil marche d'une manière constante, continue, le travail qu'il produit dans un temps donné est incomparablement plus considérable que celui obtenu par l'outil conduit à la main.

Ainsi nous avons vu, à l'usine de MM. Bérard et Cie, des objets en marbre, exécutés avec des moulures parfaites, en vingt à trente fois moins de temps que l'ouvrier le plus habile, travaillant avec la plus grande activité. Il est vrai de dire que les opérations se font d'une tout autre manière; par exemple, pour des socles de pendules, au lieu de débiter la pièce dans des morceaux n'ayant que les dimensions mêmes du socle, on prend au contraire, des bandes d'une grande longueur, qui ont quatre à cinq fois celle de l'objet fini, on place ces bandes sur le plateau de la machine à raboter, et on y fait promener l'outil qui, comme on l'a vu, a exactement la forme de la moulure à produire; lorsque celle-ci est terminée, on découpe chaque bande en morceaux de la longueur ou de la largeur que le socle

doit avoir; et on n'a plus qu'à le monter et à raccorder les angles, comme on le fait pour les pièces travaillées à la main.

En supposant que la vitesse de translation imprimée à la pièce ou à l'outil, suivant qu'on fait marcher l'un ou l'autre sur les machines à raboter, soit de 10 centimètres par seconde, ce qui a généralement lieu pour de certains marbres, on voit qu'une plate-bande de 2^m 50 de longueur peut être parcourue en 25 secondes; mais comme il faut, d'une part, que la course soit un peu plus grande que cette longueur, et d'un autre côté, que l'outil ne travaille que dans un sens, on peut compter, en ajoutant aussi les instants d'arrêts, sur 58 à 60 secondes, soit 1 minute entière. Or, lorsque l'outil fait une moulure, devant attaquer la pièce sur toute la largeur, il doit prendre nécessairement très-peu de diamètre à la fois, mais aussi on le fait descendre, ou on lui donne de la *pression*, à chaque passe, jusqu'à ce qu'il ait atteint toutes les parties et que la moulure soit terminée. Si celle-ci, dans ses parties les plus creuses, doit avoir 20 millimètres de profondeur par rapport à la partie la plus saillante, et si on admet que la *pression*, ou la quantité de matière enlevée par l'outil, à chaque passage ne soit que de 1/4 à 1/5 de millimètre seulement, on voit qu'il faudra 80 à 100 passages successifs, ou allées et retours, pour produire la moulure entière de la plate-bande, et comme on compte une minute à chaque passe, c'est donc 80 à 100 minutes, ou environ 1 heure et demie pour faire la pièce complète; par conséquent en 11 heures de travail, on produira au moins 7 plates-bandes semblables, ou 17^m50 de longueur totale. On peut donc faire par jour au moins 14 socles de pendules ayant 1^m25 de développement total pour les quatre côtés; tandis qu'un habile ouvrier n'en ferait pas un seul, dans le même temps, pour peu que les moulures présentassent quelque difficulté par leurs figures géométriques. C'est surtout lorsque ces dernières sont compliquées, que l'avantage du travail de la machine sur le travail à la main, est considérable. Aussi, pour les cheminées riches, on exécute, avec rapidité, et avec une précision remarquable, des tablettes, des corniches, des consoles, qui ne laissent rien à désirer aux architectes les plus exigeants, et qu'il serait de toute impossibilité d'obtenir par le ciseau.

D'après les renseignements qui nous ont été communiqués par le contre-maître de l'établissement, M. Smyers, dont nous avons pu apprécier l'habileté, un homme connaissant bien sa machine, fait par jour 12 volutes ou spirales, c'est-à-dire 12 faces entières de consoles de cheminées, à 1 centimètre de profondeur, moulurées tout autour; et suivant les expériences qu'il a faites pour établir une comparaison exacte entre le travail à la machine et le travail à la main, il a reconnu qu'un ouvrier, de force dépassant la moyenne, a mis 17 heures et demie pour faire un seul côté de ces consoles.

Avec une grande machine, à plateau mobile, on peut faire jusqu'à 30 mètres de longueur de moulures par jour, lorsqu'elles ne dépassent pas

15 millimètres de profondeur et 8 à 10 centimètres de largeur. Un ouvrier fait quelquefois 2 mètres de longueur de moulures simples, à la main, et à peine 1 mètre de moulures larges comme celles faites sur la machine. En général, M. Smyers estime que celle-ci peut toujours avoir sur la main un avantage 25 fois plus grand.

Les diverses machines de l'usine sont montées avec des mouvements qui permettent de varier les vitesses de rotation ou de translation, suivant les besoins, la nature de la substance, ou le travail que l'on veut obtenir. Voici les bases sur lesquelles on opère :

La vitesse de l'outil, pour raboter, est de 6 mètres par minute. Soit 10 centimètres par seconde, sur les marbres tendres, tels que le blanc, le vert des Alpes, le jaune du Jura, etc.

Elle se réduit à 5 et même à 4 mètres par minute, sur les marbres connus sous les noms de Portor, Griotte, vert de mer, etc.

Ces différences de vitesse sont soumises à la sagacité de l'ouvrier. Lorsqu'il s'aperçoit, par exemple, que l'outil glisse sur la matière, au lieu de mordre, il ralentit la vitesse, jusqu'à ce qu'il reconnaisse que cet outil exécute un travail convenable et productif.

Pour les pierres ordinaires, comme celles dites de Liais, Senlis, Tonnerre, on peut donner à l'outil une vitesse de 8 à 10 mètres par minute ; sur les pierres dures, telles que celles de Grimart, Château-Landon, on emploie la vitesse de 6 mètres, correspondante à celle du marbre tendre.

Lorsque l'outil travaille en tournant, pour percer, fraiser, ou faire des spirales, sa vitesse est de 100 tours environ par minute, si son diamètre ne dépasse pas 2 centimètres, sur les marbres tendres, et elle se réduit en proportion, comme pour le rabotage, sur les marbres durs. Le nombre de révolutions est évidemment moindre pour les diamètres plus grands.

Disons, en terminant, que nous avons examiné avec plaisir, dans cette même fabrique, des tombeaux, des cheminées riches, des prie-Dieu, et d'autres modèles de monuments, qui sont véritablement admirables par leur élégance et la délicatesse des moulures.

Une machine à vapeur, de la force de 4 à 5 chevaux, suffit pour faire marcher les 7 à 8 appareils de différentes dimensions qui sont montés dans cette usine. Avec un personnel de 10 à 12 ouvriers et le contre-maître, on peut y faire autant de travail que dans un établissement occupant plus de 100 personnes, avec plus de célérité, de précision et d'économie.

BLANCHISSERIE.

SYSTÈME COMPLET DE BUANDERIE,

ETABLI RUE DU FAUBOURG POISSONNIÈRE, A PARIS,

Par M. GUGNON, Mécanicien.

(PLANCHE 2.)

Malgré les travaux de nos chimistes les plus distingués, malgré sa nécessité et son importance dans l'économie domestique, le blanchissage du linge a subi peu de perfectionnements depuis une vingtaine d'années. On peut attribuer cette langueur à plusieurs causes : la première, c'est qu'il semble que cette industrie si générale et si susceptible de créer des ressources immenses, soit dédaignée à la fois par les savants et par les spéculateurs, et la seconde, parce que nos traités, nos ouvrages scientifiques n'ont donné, et cela bien rarement encore, que des descriptions et des dessins insuffisants pour propager et donner le goût des entreprises de blanchissage.

Nous avons eu l'occasion d'examiner plusieurs de ces établissements en pleine activité, et nous croyons, en les publiant avec détails, intéresser la plupart de nos lecteurs. Nous ferons voir auparavant quelles sont les améliorations ou les perfectionnements successifs qui mirent cette industrie dans l'état où elle se trouve aujourd'hui, et pour cela nous examinerons les différentes méthodes ou procédés du *blanchissage* proprement dit, qu'il ne faut pas confondre avec le *blanchiment*, dont le but est simplement d'enlever la matière colorante naturelle qui revêt les fibres écrues des matières filamenteuses, comme aussi de rendre la pâte à papier d'une blancheur convenable pour la fabrication.

Le procédé usité pour le blanchissage, dit Curaudau (1), comprend six opérations.

(1) *Annales des arts et manufactures*, 1809, tome XXXIII, page 92.

La première s'appelle *essangeage*; la deuxième, *encuvage*; la troisième, *coulage à froid*; la quatrième, *coulage à chaud*; la cinquième, *savonnage*, et la sixième *rinçage*.

L'opération de l'essangeage consiste à laver le linge sale dans une eau claire et courante, afin de le débarrasser de tout ce qui peut être soluble à l'eau; souvent même on emploie du savon afin de mieux enlever les taches que l'on veut soustraire à l'action de la lessive.

Celle du coulage se fait après avoir encuvé le linge; elle consiste à verser de l'eau dessus jusqu'à ce qu'elle en sorte claire; alors on coule à chaud.

Le coulage à chaud dure ordinairement de dix-huit à vingt heures. Cette opération peut être regardée comme une de celles qu'il importe le plus de réformer.

L'opération du savonnage a pour objet d'enlever au linge les taches qui ont résisté à l'action de la lessive; elle sert aussi à diminuer l'intensité de la partie colorante dont le linge est toujours imprégné, même après les lessives les mieux faites. Ce n'est donc qu'en employant beaucoup de savon qu'on parvient à communiquer au linge l'éclat et la blancheur qu'il doit avoir; aussi cette opération, qui est ordinairement fort longue et toujours très-coûteuse, est-elle celle qui use le plus le linge.

On entend par rincer le linge le faire dégorger dans une eau bien claire, afin de lui enlever le savon dont il est imprégné; il importe que cette opération soit faite avec soin, car lorsque le linge est mal rincé, il conserve une odeur d'huile rance qui est fort désagréable.

Un inconvénient très-sérieux des anciens procédés, c'est la durée ou la longueur du temps qu'ils exigent. Le temps est l'un des principaux éléments du succès de l'opération, et il importe beaucoup de la terminer dans le plus court délai possible. On tient à être favorisé par une belle journée pour laver, sécher plus facilement le linge et lui donner une blancheur convenable; mais on ne peut plus se promettre ces avantages quand l'opération du lessivage dure quatre ou cinq jours.

Cette description de l'ancien procédé est évidemment applicable aux établissements montés sur une assez grande échelle; aussi croyons-nous devoir, avant d'aller plus loin, dire quelques mots du blanchissage particulier tel qu'il s'opère généralement dans la plupart des petites villes et dans les campagnes qui n'ont pas d'établissements spéciaux.

En général, le linge à blanchir subit rarement l'opération de l'essangeage, on le place simplement pièce à pièce dans un grand cuvier en bois élevé sur des tréteaux et percé, à sa partie inférieure, d'un trou fermé par une bonde. On recouvre le tout d'une grosse toile qui déborde le cuvier et sur laquelle on étend une quantité de cendres de bois neuf proportionnée à la masse de linge qu'on veut *lessiver*, puis on forme avec cette toile même une espèce de bourrelet intérieur qui entoure tout l'emplacement de la cendre. Il ne s'agit plus que de verser de temps à autre sur cet amas une

certaine quantité d'eau chaude, qui, dans son écoulement, entraîne avec elle les sels que contient la cendre et qui agissent sur le linge. Le liquide qu'on reçoit à la partie inférieure est de nouveau réchauffé, puis reversé dans le cuvier jusqu'à ce qu'on juge l'opération terminée. Le drap et les cendres sont alors enlevés, le linge retiré, puis savonné à l'eau claire et rincé pareillement. Il ne reste plus qu'à l'étendre et l'égoutter pour le livrer aux repasseuses.

Ce procédé, ainsi que le précédent, peut prendre le titre de *coulage ordinaire*. Il a l'inconvénient de reporter, sur du linge qu'on veut blanchir, de la lessive qui devient constamment plus sale, et d'exiger que ce transport s'effectue constamment et par petites quantités, ce qui ne laisse pas d'être très-embarrassant. M. John Laurie, de Glascow, a bien proposé des pompes pour cet effet, mais ce nouveau mode d'opérer ne changeait rien au vice même du système.

M. Herpin, dans son Rapport à la Société d'encouragement en 1839, a groupé les différents procédés en quatre classes; nous suivrons également cette division en nous appuyant sur les intéressantes recherches qui se trouvent consignées dans ce Rapport.

Le *coulage par projection*, c'est-à-dire celui où la lessive est constamment projetée sur le linge à blanchir, s'exécute au moyen d'une machine très-simple due à M. Widmer, de Jouy. Il consiste en une chaudière métallique surmontée d'un cuvier dont le fond est formé d'un grillage en bois. Au centre du cuvier se trouve un tube d'ascension qui descend presque jusqu'au fond de la chaudière. Ce tube est terminé supérieurement par une calotte renversée où vient s'épanouir la lessive lorsque l'ébullition a lieu, et d'où elle retombe en cascade sur la surface du linge qu'elle traverse de nouveau. On entretient cette circulation continuelle pendant trois ou quatre heures pour obtenir un résultat convenable.

Cet appareil, employé vers 1814 chez Berthollet, à Arcueil, n'est pas exempt de l'inconvénient que nous avons signalé précédemment, néanmoins Chaptal, à qui l'on doit la première idée de l'application de la vapeur au blanchissage du linge, en fut très-satisfait, et apprécia les bons effets qu'il pouvait produire tant pour le blanchiment que pour le blanchissage.

M. Descroisilles fils a construit également un appareil reposant sur le même principe; on en trouve la description dans le tome II du *Dictionnaire de l'industrie agricole et manufacturière.*

Le *coulage par circulation*, dont donne également une description le même ouvrage, et qui a été appliqué en grand par M. d'Arcet pour le blanchissage des chiffons de papeterie, consiste dans le moyen de mettre en communication le haut et le bas d'une chaudière verticale avec un cuvier de même élévation. Cette chaudière est placée sur un fourneau; on verse la lessive, et le niveau du liquide s'établit dans les deux vases. On en ajoute jusqu'à ce qu'elle arrive un peu au-dessous du tuyau de communication supérieure;

on chauffe alors, le liquide se dilate, et la partie échauffée, qui est aussi la plus légère, vient à la surface et se déverse par le tuyau sur le linge. Il résulte de cette disposition qu'à mesure que la hauteur du liquide augmente dans le cuvier, une quantité semblable de lessive froide s'écoule par le tuyau inférieur de celui-ci dans la chaudière, et comme les mêmes phénomènes se reproduisent tant que l'opération a lieu, il en résulte qu'il s'établit un courant continu, et que le linge se trouve ainsi parfaitement lessivé.

Le blanchissage à la vapeur, dû, comme nous l'avons dit, au savant Chaptal, fut employé dès l'origine au blanchiment du coton écru, puis enfin adopté pour le blanchissage du linge. Ce procédé, qui offre de grands avantages sur l'ancien, eut à lutter contre la routine et le mauvais vouloir des blanchisseurs; on alla même, dans quelques établissements, jusqu'à briser les appareils perfectionnés pour revenir aux anciens procédés.

Nous laisserons parler M. Mérimée, chargé par la Société d'encouragement, de faire un rapport sur les procédés de blanchissage qui avaient été présentés par M. Cadet-de-Vaux.

« On essange le linge à la manière ordinaire, on le trempe ensuite dans une lessive légère de soude ou de potasse mêlée d'une petite quantité de savon, et on l'arrange dans la cuve à vapeur.

« Cette cuve, qui est d'une proportion plus élevée que les cuves ordinaires, mais qui pourrait être de même forme, est percée au fond par beaucoup de trous; elle pose sur la gorge d'une chaudière à moitié remplie, dans laquelle s'écoule l'excès de lessive dont le linge est imprégné. C'est une lessive qui fait l'aliment de la vapeur, et ce pourrait être de l'eau pure, puisque les alcalis fixes ne sont volatilisés qu'à une température bien supérieure à celle de l'eau bouillante. Comme il n'y a que peu de liquide dans la chaudière, il entre promptement en ébullition, et la vapeur n'ayant d'autre issue que les trous du fond du cuvier, qui est bien fermé par un couvercle, elle circule dans la masse du linge, à l'aide de tuyaux convenablement disposés, et le pénètre de toutes parts.

« La durée de ce bain de vapeur dépend de la quantité de linge et de son état de saleté; on peut l'estimer à quatre ou cinq heures pour 50 kilogrammes de linge ordinaire.

« Après que le linge est retiré du cuvier, on le lave dans de l'eau tiède, et s'il reste encore des taches, on emploie un peu de savon.

« Cette méthode a sur les lessives ordinaires des avantages incontestables; elle exige moins de temps, moins de savon, moins d'alcali, moins de bois, elle est d'une exécution plus facile, d'un succès plus constant; et, ce qui est un grand avantage, elle n'expose pas autant au risque de brûler le linge en prolongeant l'opération au delà du temps nécessaire. »

Le blanchissage à la vapeur supprime l'inconvénient de se servir de lessives sales, car le linge, simplement imprégné de lessive, acquiert graduellement la chaleur de l'eau bouillante par le seul effet de la vapeur d'eau

mise en évaporation, et qui, en s'y condensant successivement, dispense de verser sur le linge la lessive qui s'en égoutte; d'où il résulte que l'eau qui retourne sale dans la chaudière ne retourne plus sur le linge que dans l'état de vapeur; qu'elle est par conséquent toujours dégagée des matières grasses et colorées qu'elle enlève au linge pour les accumuler de nouveau dans la chaudière; aussi remarque-t-on qu'à la fin de cette opération le linge contenu dans le cuvier à vapeur est toujours blanc, tandis que celui qui provient des lessives ordinaires est toujours roux, ce qui rend ce dernier très-difficile à laver.

Indépendamment de l'avantage d'avoir du linge blanc au sortir du cuvier, ce procédé offre encore, d'après Curaudau, les bénéfices suivants:

1° Économiser les cinq sixièmes du combustible qu'on emploie dans les lessives ordinaires; car avec 100 kilog. de bois, on fait une lessive de 1500 kilog. de linge sec, laquelle, d'après l'ancien procédé, exige près d'un double stère de bois, qui pèse environ 800 kilogr.;

2° Faire en huit heures une opération qui en exige vingt-quatre d'après l'ancienne méthode;

3° Diminuer d'un tiers les frais de main-d'œuvre;

4° Réduire au tiers la consommation de savon;

5° Communiquer au linge une très-grande blancheur sans en altérer le tissu;

6° Enfin, avoir la certitude physique que la chaleur peut être portée à 100 degrés centig., sans crainte de voir dépasser ce terme, qui est celui de l'eau bouillante, nécessaire pour enlever certaines taches qui, faute d'avoir éprouvé une assez forte chaleur, auraient résisté à l'action des lessives ordinaires. Cette chaleur est encore nécessaire pour détruire complétement les miasmes délétères et les insectes que pourraient contenir les vêtements et le linge de certains individus.

M. Sol a imaginé, en 1837, un appareil de blanchissage dans lequel le linge est soumis à la fois à l'action de la lessive bouillante et de la vapeur, ce procédé dit *sans coulage* se compose d'une grande roue à laver analogue à celle employée pour le blanchiment des tissus, et connue sous le nom de *Dash-Wheel.* Cette roue tourne sur son axe dans une sorte de tambour où elle est exactement renfermée.

La moitié inférieure de ce coffre contient la lessive maintenue en ébullition par un courant continu de vapeur produite dans une chaudière voisine. La partie supérieure du tambour est remplie de vapeur.

On conçoit que le linge qui est placé dans la roue sera, lorsque cette dernière est mise en mouvement, secoué, ballotté vivement, et alternativement immergé dans une atmosphère de vapeur et dans la lessive bouillante; ce qui devra produire un nettoyage rapide si toutes les surfaces du linge sont suffisamment exposées à l'action de la vapeur et de la lessive.

En 1838, M. Bourgnon de Layre établit également sur le principe de la vapeur un appareil à lessiver qui fut adopté par l'hôpital général de Poi-

tiers, et qui d'après des expériences suivies et continuées pendant plusieurs années n'a pas cessé de donner des résultats satisfaisants.

Nous avons à parler aussi de l'appareil de M. Réné-Duvoir, ingénieur bien connu pour la construction des appareils de blanchisserie et des calorifères. La buanderie, combinée pour marcher par circulation, se compose d'une chaudière cylindrique en cuivre fermée par un couvercle à soupape, qui ne s'ouvre que quand le niveau du liquide s'abaisse. Cette chaudière peut alimenter deux cuviers ; dans le fond de ceux-ci se trouve une grille en bois sur laquelle on entasse le linge sale après le trempage ; un couvercle de cuivre recouvre ces cuviers, et peut s'élever ou redescendre par l'aide d'un treuil à portée des ouvrières. A l'intérieur et au-dessus des cuviers sont placés les tuyaux de conduite de la lessive.

Voici quelle est la marche des opérations ; on verra par ce simple exposé combien elles sont faciles et économiques.

On met le sel de soude ou de potasse au fond du cuvier, et on y verse de l'eau jusqu'à ce que la chaudière soit remplie, et que le niveau du liquide soit arrivé à la hauteur de la grille supportant le linge. On place celui-ci d'une manière régulière sur la grille en bois, sans trop le tasser, et on abaisse le couvercle du cuvier. On fait du feu dans le foyer et on porte le liquide à l'ébullition. La pression de la vapeur fait monter la lessive dans un tuyau vertical qui s'élève jusqu'à la partie supérieure du cuvier et qui est recouvert d'un champignon pour la répartition uniforme sur la surface du linge. La lessive traverse toute la masse et se réunit à la partie inférieure du cuvier ; le niveau du liquide s'abaisse dans la chaudière et ouvre sa soupape à air en même temps que la pression du liquide sur le fond du cuvier ouvre celle qui surmonte le tuyau de retour ; alors la lessive revient à la chaudière pour se chauffer de nouveau et retourner dans le cuvier. Cette circulation de la lessive bouillante s'effectue d'elle-même, et produit un lessivage prompt et parfait de toute la masse du linge.

Des expériences, faites à l'hôpital de la Salpêtrière, ont démontré que le coulage de 1,500 draps revient à :

Sel de soude, 40 kilog. à 50 cent.	20 fr.	» c.
2 hectolitres de charbon à 3 fr. 60 cent.	7	10
	27 fr.	10 c.

Soit environ 4 centimes par paire.

Tout récemment MM. Charles et Comp[e] ont imaginé un appareil de blanchissage qu'ils appellent *buanderie portative et économique*, et qui nous a paru devoir rendre de grands services à l'économie domestique. Cet appareil fonctionne au moyen de la vapeur. Il offre à l'extérieur tout l'aspect d'un poêle ou calorifère avec lesquels il ne diffère que par l'addition d'une petite cuve formant chaudière, placée à l'intérieur pour recevoir directement l'action de la flamme, et surmontée elle-même du cuvier métallique dans lequel on place le linge à lessiver. L'intérieur de celui-ci est garni de

place en place, sur sa circonférence, de bâtons en bois, enfilés dans des anneaux fixes, et d'un bâton central plus fort que les premiers, se reliant avec un plateau inférieur en bois. Voici comment l'appareil fonctionne :

On verse dans un baquet autant de litres d'eau qu'on a de kilog. de linge sec à lessiver; on y fait dissoudre 1 kilog. de cristaux de soude par 25 litres d'eau. Si l'on veut employer des cendres, on les met tremper d'avance et on donne à la dissolution la force de 3° au pèse-lessive. On trempe le linge non essangé dans le liquide préparé, en commençant par le moins sale; on le tord au fur et à mesure, et on le met en tas dans un autre baquet.

Le fourneau étant disposé comme un poële, on place la chaudière et on l'emplit d'eau pure. Après avoir introduit dans le cuvier le plateau et les autres accessoires, on y jette le linge le plus sale en premier, et on remplit en finissant par le moins sale. On retire ensuite le bâton central, on place le couvercle et on allume le feu. La vapeur de l'eau pénètre le linge en passant à travers le trou central et par les intervalles laissés entre les bâtons.

Après avoir entretenu le feu pendant deux ou trois heures, le linge se trouve suffisamment détergé, et l'eau de la chaudière a reçu toutes les impuretés; celles qui n'ont pu être entraînées disparaissent par un simple rinçage à l'eau. On lave ensuite le linge en le jetant dans l'eau, le battant, et n'employant du savon que pour enlever les taches.

L'inventeur a varié la grandeur de ses appareils pour les mettre à la portée de tous les ménages; les plus petits contiennent seulement 12 kilog. de linge, et les plus grands jusqu'à 100 kilog. Leur prix varie dans la même proportion de 60 à 200 fr. Leur commodité est telle, qu'ils peuvent se placer partout, n'occupant que très-peu d'espace et n'occasionnant ni embarras, ni buée, ni odeur (1).

Comme complément à cet appareil, nous avons à citer la machine à laver de M. Lançon et bien perfectionnée par M. Hermann, chez qui nous l'avons vue fonctionner. Cette machine consiste simplement en une cuve fixe que l'on remplit d'eau de savon, et qui renferme un cercle mobile à plusieurs rayons sur lesquels on suspend les pièces de linge; en imprimant à ce cercle un mouvement circulaire alternatif très-rapide, le linge est fortement secoué et lavé dans toutes ses parties en quelques minutes.

M. Gugnon, mécanicien, qui fait de l'établissement des blanchisseries une spécialité bien étudiée et toute particulière, a ajouté aux principes et aux manutentions connus, des appareils simples et utiles qui suppriment la buée, montent l'eau nécessaire au service de la buanderie, rendent les appareils inexplosibles, clarifient la lessive, etc.

La pl. 2 donne un exemple d'une de ces buanderies avec tous les accessoires perfectionnés.

DESCRIPTION DU SYSTÈME DE BUANDERIE DE M. GUGNON.

La fig. 1 est un plan vu en dessus de tous les appareils dessinés à l'échelle de 1/30[e].

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 46[e] année, page 83.

La fig. 2 en est une élévation verticale, en supposant qu'on a coupé les cuviers à eau et à lessive et le filtre clarificateur par leur axe respectif et qu'on a laissé voir extérieurement l'appareil générateur et la tuyauterie.

La fig. 3 fait bien voir la coupe verticale suivant la ligne 1-2 de cet appareil générateur et des réservoirs qui le surmontent.

La figure 4 est une section horizontale du fourneau, faite à la hauteur de la ligne 3-4.

Quoique les appareils soient rassemblés et massés sur le dessin autour du générateur, on conçoit que suivant la disposition des locaux, suivant aussi les commodités et les besoins du service, on peut les disposer de toute autre manière; on n'a, pour cela, qu'à raccourcir, couder ou allonger quelques tuyaux, et les opérations s'effectuent de la même manière.

Du générateur et de ses accessoires. — Le système de buanderie de M. Gugnon repose à la fois sur les divers principes connus, desquels on a essayé de ne prendre que les avantages afin d'éviter les inconvénients inhérents à chacun d'eux. La base principale est l'emploi de la vapeur; nous allons examiner sa génération.

La capacité contenant l'eau à vaporiser est simplement formée d'une chaudière cylindrique A, élevée sur un fourneau en briques B, qui lui sert de socle, et recevant directement l'action de la flamme qui, formée sur la grille du foyer *a*, s'élève dans la cheminée en tôle D. Cette dernière est fixée sur un appendice du fourneau; elle est munie d'un registre ou papillon *b* pour régler le tirage, et reçoit en outre, comme nous le verrons plus loin, la vapeur ou buée qui se dégage à chaque renouvellement de lessive. Un niveau d'eau ordinaire *c* et une soupape de sûreté *d* servent d'avertisseurs au cas, peu probable (la vapeur n'étant pas employée à très-haute pression), d'accidents ou d'explosion.

Au-dessus de la chaudière est placé un double réservoir C et E contenant l'eau nécessaire à la buanderie et à leur fonctionnement respectif. Pour que, d'un côté, la vapeur contenue dans le haut de la chaudière A n'ait pas de tendance à s'y condenser par le contact de la paroi froide du réservoir C et que, réciproquement, cette paroi ne soit pas échauffée par la vapeur du dessous, on a interposé entre les deux capacités une couche de briques qui les isole complétement; on va voir pourquoi.

La partie supérieure du réservoir C communique avec un puits, cuve ou bassin, par un large tuyau *e* dont l'embouchure porte un clapet; cette même partie communique aussi avec le réservoir à vapeur par le tuyau à robinet *f*; enfin, la partie inférieure communique à la fois avec le grand cuvier à eau F et avec la chaudière par deux tuyaux à robinet *g* et *h*; ajoutons, pour ne rien omettre, que les deux réservoirs C et E peuvent à volonté être mis aussi en communication par le tuyau recourbé *i* dont une extrémité est terminée en pomme d'arrosoir.

Ceci bien entendu, si nous supposons qu'on introduise de la vapeur dans la capacité C, remplie d'air au commencement de l'opération, cette

vapeur (dont la tension est supérieure à l'atmosphère) va chasser tout l'air par le conduit *g* dont on a ouvert le robinet jusqu'à ce qu'elle s'échappe elle-même, ce qui indique que le vase est suffisamment saturé d vapeur ; on ferme alors le robinet *j*, on ouvre celui *l*, et l'eau qui arrive du réservoir supérieur E par la pomme d'arrosoir *k*, condense cette vapeur et forme un vide partiel suffisant pour faire ouvrir le clapet du tuyau *e* et aspirer, en peu d'instants, l'eau du puits ou du bassin. Lorsqu'on veut faire passer cette eau dans le cuvier F, il suffit d'ouvrir le robinet *j* et de laisser arriver la vapeur dans la partie supérieure, elle y produit le même effet que sur l'air, c'est-à-dire que par sa pression elle chasse le liquide dans le cuvier. Si, au contraire, on voulait alimenter le générateur, il suffirait d'ouvrir, à la fois, les deux robinets *m* et *n*. On voit, de cette manière, que sans pompe, ni appareils accessoires, on peut disposer de l'eau nécessaire aux besoins de l'usine et à l'alimentation. De même que dans la chaudière à vapeur, un niveau *o* sert à indiquer constamment l'état du réservoir afin de n'effectuer les opérations qu'en temps utile.

Pour rendre son appareil générateur tout à fait inexplosible, M. Gugnon a imaginé un petit manomètre que nous appellerons *vase de sûreté*, et qui vient projeter de l'eau sur le foyer quand la tension de la vapeur dépasse une certaine limite (ordinairement deux ou trois atmosphères).

Ce manomètre est composé d'une petite capacité cylindrique G, remplie d'eau jusqu'à la hauteur du robinet *o'* et d'huile à partir de cette hauteur ; une coupole sphérique reçoit le robinet à entonnoir *p*, par lequel on introduit ce dernier liquide et qui sert en même temps d'espace pour la vapeur. Or, il résulte de cette disposition que si la vapeur qui arrive de la chaudière dans le vase G, par le tuyau *q*, a une tension supérieure à celle qu'elle doit avoir normalement, elle pressera, sans se condenser, sur le liquide gras qui recouvre l'eau et, par cette pression, fera monter cette dernière dans le tuyau vertical *r*; mais ce tuyau est recourbé, à une certaine hauteur, pour revenir dans le foyer ; de sorte que, une fois le coude dépassé, l'eau viendra éteindre le feu. On conçoit qu'il est facile de régler cette courbure, de manière à obtenir aussi régulièrement qu'on le désire la projection de l'eau, puisque, comme on sait, chaque hauteur de 10^{m} 33 correspond à une atmosphère de pression.

Évidemment la soupape de sûreté sera, dans presque tous les cas, suffisante pour éviter les accidents ; mais nous croyons que l'appareil que nous venons de décrire sera toujours un moyen efficace et d'autant plus sûr qu'il n'exige aucun soin. Il peut, d'ailleurs, s'appliquer dans d'autres industries qui exigent des chaudières à vapeur.

Du coulage de la lessive. — On sait que dans les lessivages en grand, on emploie comme agent chimique de nettoyage les cristaux de soude, dissous dans de grandes quantités d'eau, et renfermés avec le linge dans de grands cuviers. M. Gugnon a adopté cette méthode en la perfectionnant comme nous allons le voir.

Le cuvier H est en tôle, et garni à sa partie inférieure d'un fond à claire-voie *s*; il repose, ainsi que tous les cuviers de la buanderie, sur un bâtis en charpente I, qui l'élève à la hauteur convenable.

Ainsi disposé, on étend le linge par couches sur la grille, en ayant soin de commencer par le plus gros et le plus sale, puis on le recouvre d'une autre grille en bois *s'*, qu'on maintient par des taquets rapportés au cuvier. Cette précaution a pour but d'empêcher le soulèvement du linge lors de l'arrivée de la vapeur et de la lessive. Une troisième grille *t*, est placée au-dessus des deux autres pour recevoir le linge fin, elle est séparée de la première par un tuyau *u*, percé de trous, qui vient projeter à la fois la vapeur et la lessive sur les deux sortes de linge, la lessive sur le linge du bas du cuvier et la vapeur de cette lessive sur celui du haut. On conçoit que, traversant des couches déjà saturées d'alcali, cette vapeur produise un blanchissage très-pur; la communication du tuyau diviseur de lessive est interrompue par la fermeture du robinet *v*, s'embranchant sur la conduite principale J.

Lorsque les choses sont dans cet état, on place le col de cygne K, garni du champignon *x*, qui fait épanouir la lessive sur le linge et enfin, on recouvre le tout par un couvercle en tôle *y*, qu'on manœuvre facilement au moyen de la corde à contre-poids *z*, passant sur les deux poulies de renvoi *a'*. Ce couvercle est assemblé avec le cuvier par une fermeture hydraulique, c'est-à-dire que, comme les récipients des usines à gaz, il bouche hermétiquement le cuvier. Cette disposition n'est pas représentée sur l'ensemble (fig. 2), nous en avons donné un détail à une plus grande échelle sur la fig. 10. On peut remarquer que la combinaison consiste simplement dans une gouttière *b'*, qu'on ménage autour du cuvier, et qu'on remplit d'eau; une saillie circulaire *c'*, vient plonger dans cette rigole et intercepte ainsi toute communication avec l'air. Ce genre de fermeture a l'avantage d'empêcher la vapeur de se répandre dans la buanderie, il est complété par un siphon qu'on n'a pas figuré sur la partie coupée, mais dont on comprendra l'usage et la nécessité.

La lessive est échauffée dans un récipient particulier L (fig. 1re), représenté en détails suivant deux coupes perpendiculaires l'une à l'autre (fig. 5 et 6), et formé d'une capacité cylindrique enchâssée en partie dans un massif en briques. Dans ce récipient sont placées deux sphères creuses M, réunies par quatre tubes *d'*, dans lesquels circule la vapeur qui y arrive par le tuyau N. Le contact de l'eau froide condense tout d'abord cette vapeur qui, ainsi transformée, s'écoule dans le vase O, puis peu à peu l'équilibre de température s'établissant à l'intérieur et à l'extérieur des sphères, la vapeur qui arrive de nouveau conserve son état normal et passe dans le vase O; ne trouvant pas d'autre issue, elle s'élève dans le tube recourbé c^2 pour revenir alors dans le récipient. La pression qu'elle exerce sur la lessive force celle-ci à s'élever par le tube d'ascension P, d'où, traversant la boîte à clapet J, et soulevant la soupape qu'elle renferme, elle se répand sur la

surface du linge. Agissant alors par le mordant qu'elle doit aux sels de soude, et descendant par son propre poids, elle traverse ainsi les différentes couches de linge pour arriver colorée et imprégnée des miasmes divers qu'elle recueille dans les différentes espèces de linges, à la partie inférieure du cuvier à lessive. Ici commence pour elle une nouvelle action chimique qui n'avait pas été tentée avec succès jusqu'à présent, et qui, pourtant, était appelée à rendre des services bien grands; nous voulons parler de sa décoloration et de sa filtration.

M. Gugnon fait arriver la lessive colorée dans un filtre Q, qu'il place habituellement sous le cuvier et qui communique avec celui-ci par le tuyau recourbé f'. Elle se répand d'abord dans le fond inférieur, puis, pressée par la hauteur de la colonne d'eau du cuvier, elle s'élève et traverse graduellement le fond métallique g' sur lequel sont placées les matières filtrantes. Ces matières sont composées à peu près en quantités proportionnelles de charbon, de sable et de soufre; elles sont recouvertes par une plaque g^2, également percée de trous pour le passage de la lessive, de sorte que toute la quantité de cette dernière, qui se trouve à la partie supérieure du filtre Q, est suffisamment décolorée pour pouvoir de nouveau être projetée sur le linge sans donner à celui-ci les tons roux qui le dénaturent. Inutile d'observer qu'avant les projections successives la lessive s'échauffe dans le récipient O, d'où elle suit la marche que nous avons indiquée précédemment en passant d'abord par le tube T.

Tel est le système de buanderie imaginé par M. Gugnon et breveté en sa faveur, le 10 mars 1846; l'auteur, dans son brevet, a indiqué quelques dispositions nouvelles ayant à la fois rapport à la chaudière et aux deux réchauffoirs à eau et à lessive; comme ces dispositions sont des perfectionnements à ses premiers appareils, nous les avons représentées sur les fig. 7 à 9, afin de mettre nos lecteurs à même de juger de leur importance.

Ainsi, la fig. 8, qui représente l'appareil générateur, coupé par l'axe à sa partie inférieure et vu extérieurement sur celle qui porte la tuyauterie, fait bien voir, avec la section horizontale (fig. 9), que le foyer a, communique la chaleur de son combustible à une chaudière A tout à fait différente de celle que nous avons déjà examinée. Dans ce système, la flamme parcourt un espace annulaire h', ménagé au milieu du réservoir d'eau et y pénétrant par une ouverture i, elle suit la direction des flèches (fig. 9), en léchant toutes les parois, pour s'échapper à la cheminée D.

La disposition des réservoirs d'eau chaude et d'eau froide ne diffère pas essentiellement de celle du précédent appareil; elle est néanmoins augmentée d'un serpentin j', dans lequel circule la vapeur et d'un tuyau l', ou conduite principale de vapeur sur laquelle s'embranchent les divers tuyaux qui la conduisent aux endroits nécessaires. Nous avons conservé les mêmes lettres dans les deux appareils pour permettre d'en reconnaître la coïncidence.

La fig. 7 représente un réchauffoir à lessive préféré par M. Gugnon

comme étant d'une disposition plus rationnelle ; il ne diffère toutefois que par cette disposition, car le principe reste parfaitement identique à celui détaillé fig. 5 et 6. C'est toujours la vapeur qui conduit le liquide alcalisé, mais alors dans une lentille au lieu de deux sphères ; l'eau de condensation d'abord et la vapeur ensuite se rendent dans un double fond inférieur remplissant le même emploi que le vase O déjà décrit.

Chacun des systèmes que nous venons d'examiner est accompagné de deux cuviers supplémentaires RR′ recevant, l'un l'eau chaude pour le service public, et l'autre la lessive pour vendre au dehors.

Expériences sur le lessivage. — Quoique les expériences que nous allons donner n'aient pas été faites sur les appareils que nous avons représentés pl. 2, nous pensons qu'elles n'en seront pas moins vues avec intérêt, puisqu'elles ont été recueillies dans une buanderie également montée sur le même principe par M. Gugnon, à Paris.

Une heure et demie suffit ordinairement pour chauffer le fourneau, c'est la durée qui a été constatée par les expériences que nous avons été appelé à faire, le mardi 22 juin 1847, à la buanderie de l'œuvre de Saint-Nicolas, à Issy. Le fourneau fut allumé à minuit, la première jetée a eu lieu à une heure et demie du matin, et n'a duré qu'une minute. La sœur, chargée de la direction de la buanderie, avait rempli le grand cuvier, dans la journée du mardi 22 juin, de linge sale, composé principalement de chemises, de draps et de serviettes de toile, et de couvertes de coton.

Voici le résultat des jetées :

		heures.	minutes.		minutes.
1re	jetée à	1	30	durée	1
2e	—	2	10	—	3
3e	—	2	30	—	3
4e	—	2	45	—	3
5e	—	3	»	—	3
6e	—	3	20	—	3
7e	—	3	35	—	3
8e	—	4	»	—	3
9e	—	4	15	—	3
10e	—	4	30	—	3
11e	—	4	45	—	3
12e	—	5	»	—	3
13e	—	5	15	—	3
14e	—	5	30	—	3
15e	—	5	45	—	3
16e	—	6	»	—	3

et enfin, depuis la 17e jetée jusqu'à la 30e et dernière, elles se sont suivies avec une réduction de temps, puisqu'en 2 h. 1/2, il y en a eu 14 consécu-

tives, c'est-à-dire que les dernières avaient lieu toutes les 10 minutes environ.

A 9 heures, nous fîmes retirer quelques pièces de linge du cuvier pour examiner dans quel état elles se trouvaient, nous reconnûmes en les tordant qu'elles étaient blanches, et que, par conséquent, l'action de la lessive avait produit un bon effet. Toutefois, comme il pouvait ne pas en être ainsi dans toutes les parties du cuvier, surtout après un certain temps de repos, on attendit deux heures après la dernière jetée pour commencer le décuvage.

A 10 h. 1/2 on commença l'opération, en relevant le grand couvercle placé sur le cuvier ; la température du linge était encore très-élevée, on avait beaucoup de peine à le tenir à la main pour le porter à quelques pas : il paraissait également chaud partout, dans toute l'étendue superficielle de la cuve. Cependant, après avoir vidé environ le 1/4 ou le 1/3 de cette dernière, on remarqua, d'abord avec quelque surprise, que dans quelques parties le linge paraissait moins chaud, et même peu d'instants après, tout à fait froid.

Cela dénotait évidemment que la circulation ne s'était pas faite dans cette partie, et que par conséquent le linge n'avait pas reçu suffisamment de lessive. Comment cette différence pouvait-elle avoir lieu ? On ne tarda pas à en trouver la cause, en continuant à décuver, car on trouva un drap neuf d'une toile entièrement serrée, qui, formant planche, obstruait nécessairement le passage du liquide ; lorsqu'il fut retiré, on reconnut que le linge, placé au-dessous était plus chaud, et qu'à très-peu de distance, il avait la même température que partout ailleurs. On trouva encore d'autres draps semblables dans quelques parties de la cuve, et le même effet se présentait.

Dès cet instant, on fut convaincu que ces différences de températures ne provenaient que du défaut d'encuvage ; et en effet, toutes les blanchisseuses le savent bien, il importe beaucoup de prendre quelques précautions dans cette opération ; il faut éviter que des toiles neuves et serrées, comme les draps dont nous venons de parler, se trouvent au milieu des autres linges, parce qu'elles embarrassent nécessairement le passage du liquide chaud, qui, trouvant plus de liberté dans d'autres parties, s'y précipite naturellement. On ne peut donc porter trop d'attention à l'encuvage, si on veut que le coulage de la lessive se fasse bien régulièrement partout.

La sœur, chargée de la direction de la buanderie, observa que la quantité de linge contenue dans le grand cuvier employait habituellement 32 kilog. de soude, et elle déclara que, pour l'expérience dont nous parlons, elle avait également donné la même quantité.

En vérifiant l'espace occupé par le linge dans le cuvier, dont la capacité totale est de $6^{m.c.}368$, et qu'on n'avait pas exactement rempli, on peut admettre qu'on avait encuvé $5^{m.c.}500$ de linge à l'état sec ; or, suivant Curaudau, un mètre cube de linge sec pèse moyennement 250 kilogrammes ;

par conséquent, les $5^{m.c.}500$ de linge sec, mis dans la cuve, doivent peser

$$5^{m.c.}500 \times 2^{m.c.}250^{k.} = 1375 \text{ kilog. } (1).$$

Suivant ce savant auteur, il faut compter pour 100 kilog. de linge sec et sale 6kilog. de carbonate de soude cristallisé, et 5 kilog. pour toute autre espèce de linge; si on emploie de la soude desséchée, il en faut moitié moins. Avec un appareil établi par M. Réné Duvoir, chez Mme Lefèvre, à Versailles, on emploie habituellement pour 100 kilog. de linge, environ 33 kilog. de soude factice brute, plus 4 boisseaux de cendres.

D'après ces données, on voit qu'en moyenne on devrait employer pour le lessivage de 1,375 kilog. de linge sale à l'établissement d'Issy, 40 à 45 kilog. de soude desséchée, ou 80 à 90 kilog., c'est-à-dire le double de carbonate de soude cristallisé, afin de faire une bonne lessive. Il n'est pas surprenant qu'à cause de la moindre quantité de soude employée pour cette masse de linge dans ledit établissement, la lessive n'ait marqué, lors des expériences, que 1° 1/2 au lieu de 2° 1/2 à 3° qu'elle devrait avoir habituellement.

Disons, pour terminer, qu'en général la conduite des appareils de blanchisserie est confiée à des personnes inexpérimentées, ne remplissant pas avec intelligence toutes les obligations de leur emploi, et, par conséquent, ne faisant pas rendre aux appareils tout l'effet qu'on serait en droit d'en attendre. Il résulterait d'un choix plus judicieux, et plus coûteux sans doute, un meilleur rendement, une économie dans l'emploi des matières et du combustible, et des accidents moins fréquents; mais, comme nous l'avons dit, il semble que l'industrie du blanchissage ne doive recevoir ni soin ni amélioration, et pourtant son rapport, par an, dépasse, en France, le chiffre énorme de 1,700 millions de francs.

(1) Ce chiffre se rapporte avec les données de M. Curaudau qui, pour 1500 kil. de linge sec recommande de donner au cuvier $1^{m}30$ de hauteur et $2^{m}66$ de diamètre, en le faisant conique, et pour 1000 kil, il donne au cuvier 2^{m} de diamètre, avec la même hauteur $1^{m}30$.

ACCÉLÉRATEUR - REFROIDISSEUR

ET APPAREIL HUMECTEUR,

APPLIQUÉ AUX MOULINS A FARINE,

Par **M. ULRIC DEBEAUNE**, directeur-gérant
des moulins à vapeur de Jemmapes près de Mons (Belgique).

(PLANCHE 3.)

Lorsque nous avons publié dans le volume de ce recueil l'accélérateur Cabanes, destiné à augmenter le travail des meules dans les moulins à farine, nous avons donné une notice historique sur les divers appareils proposés ou mis à exécution jusque-là, et fait connaître les résultats d'expériences obtenus avec le système. Depuis lors, on ne s'est pas seulement occupé de cette intéressante question en France, mais aussi en Belgique et dans d'autres contrées, aussi nous croyons que grâce à la persévérance des inventeurs, et malgré le mauvais vouloir ou le préjugé des fabricants les plus incrédules, on arrivera à de nouveaux perfectionnements dans cette industrie si importante et si utile. Nos lecteurs ne seront donc pas étonnés de voir souvent dans notre ouvrage des articles nouveaux sur la meunerie, parce que nous tenons à les mettre constamment à la hauteur des progrès qu'elle acquiert chaque jour soit dans le mécanisme des meules, soit dans les appareils de nettoyage et de blutage.

On se rappelle que l'accélérateur Cabanes consiste dans l'insufflation de l'air froid au centre des meules, par un double tube disposé au-dessus de la meule courante et en communication avec les ventilateurs, qui peut ainsi alimenter à la fois plusieurs paires de meules. La grande quantité d'air chassé autour du blé au fur et à mesure qu'il pénètre dans l'archure, force la mouture à se dégager avec une grande rapidité, et permet ainsi d'écraser plus de grain dans un temps donné.

Le système exécuté par M. Debeaune et appliqué aux moulins à vapeur de Jemmapes, a aussi pour objet d'accélérer la mouture; mais en outre, d'après l'auteur, d'éviter l'échauffement des meules, et d'empêcher tous

corps légers, tels que grains noirs, ivraie, poussière, insectes, etc., échappés au nettoyage, de s'introduire avec le bon grain entre les parties travaillantes des meules. Cet appareil est peu coûteux et n'est point sujet à des frais d'entretien autres que le graissage.

Le jury de l'exposition Belge qui a eu lieu à Bruxelles en 1847, a rendu un compte favorable de ce refroidisseur, ainsi que de l'humecteur des grains, et a décerné à l'inventeur une médaille de vermeil.

DESCRIPTION DE L'ACCÉLÉRATEUR-REFROIDISSEUR, FIG. 1 A 4, PL. 3.

Il consiste à établir au centre de la meule gisante, entre celle-ci et le boitard, ou mieux dans l'intérieur même de ce dernier, plusieurs petits conduits ou tuyaux destinés à amener l'air extérieur à l'entrée des deux meules; ces tubes se raccordent par le bas avec le tuyau qui communique au ventilateur, et aboutissent par le haut à la surface même de l'œillard qui est alors fermé par une plaque horizontale, afin de ne laisser que l'orifice des tubes à découvert. Au-dessus est une seconde plaque plus grande qui a pour objet de diriger l'air entre les surfaces travaillantes et d'éviter qu'il ne s'échappe par l'œillard de la meule mobile.

Le dessin fig. 1 et 2 pl. 3 fait bien voir cette disposition particulière qui est supposée appliquée à un moulin à courroies, à beffroi indépendant, comme on en construit maintenant dans diverses localités. Nous y avons indiqué le ventilateur qui est d'une capacité suffisante pour servir en même temps à plusieurs paires de meules.

Ce ventilateur est entièrement en fer et en fonte, et se compose de quatre palettes droites en tôle A, inclinées au rayon, et excentrées par rapport au tambour B, suivant les indications que nous avons publiées tome IIe. Les bras en fer *a* qui portent ces palettes sont reliés par deux cercles méplats *b*, et montés sur l'axe horizontal *c* prolongé en dehors pour recevoir la poulie de commande C. Les deux joues verticales D, sur les rebords desquelles est boulonné le tambour de tôle B, sont en fonte, ainsi que la plaque d'assise qui les porte et les paliers de l'axe horizontal; elles sont ouvertes au centre pour donner entrée à l'air extérieur. L'enveloppe B se prolonge suivant une tubulure rectangulaire, dont l'orifice est réglé par un registre *d* que l'on ouvre à volonté; c'est à l'extrémité de cette tubulure que s'adapte le tuyau E, qui se divise, par le bas, en plusieurs branches F, afin de conduire l'air chassé par les palettes mobiles à différentes paires de meules en même temps, si on le juge nécessaire; chacune de ces branches doit aussi être munie d'une valve pour interrompre, au besoin, le passage de cet air.

Les tubes F entourent les fers de meules circulairement, afin de porter plusieurs autres petits tubes verticaux *e* qui s'élèvent jusqu'à la partie supérieure de l'œillard de la gisante, en traversant les boitards et coussinets G

dont les fig. 3 et 4 montrent le détail en coupe verticale et en section horizontale. Or, le fer de meule H porte, un peu au dessus de l'œillard et immédiatement au dessous du manchon de nille I, une plaque circulaire *i*, en forme de calotte sphérique, en tôle mince, qui a pour objet de diriger l'air amené par les tubes vers l'entrée des meules, et de le faire se répandre sur toutes leurs surfaces travaillantes, en pénétrant par les rayons. La nille *f* et son manchon sont surmontés d'une seconde plaque mince *g* et d'une soucoupe qui reçoit le blé sortant de l'engreneur J, et le projette sur la calotte *i*, d'où il est conduit entre les meules. L'alimentation a donc lieu de cette sorte, et se règle de la même manière dans les autres moulins, dont nous avons déjà fait connaître la construction avec détails (1).

Les beffrois de chaque paire de meules sont indépendants les uns des autres, comme nous avons eu occasion de le faire pour les moulins de Brest, et comme on en voit aujourd'hui l'application dans plusieurs localités; il se compose ici d'une large cuvette en fonte K, de la même pièce avec quatre pilastres méplats, cannelés extérieurement, et se raccordant avec la base qui est aussi annulaire. Les oreilles *h* sont fondues avec la cuvette pour y loger les écrous des vis à niveler *j* qui portent le triangle L et permettent de placer la meule gisante exactement de niveau; sur le côté sont aussi rapportées des vis de centrage *l*, au nombre de quatre, diamétralement opposées, pour régler la position de cette meule; enfin d'autres oreilles sont ménagées à la base pour fixer la colonne sur un massif en pierre par des boulons à clavettes, et aussi pour recevoir les pattes de la poêlette M, qui renferme la crapaudine et le pivot du fer de meule. La hauteur exacte de ce pivot est déterminée par la tige centrale *m*, dont le bout s'appuie, comme on l'a vu, sur le balancier de fonte N, qui a son point d'appui en *n* et qui se relie avec la longue tringle O, munie d'un petit volant à main à son sommet.

Il est facile de reconnaître, par cette disposition, que l'addition de M. Debeaune, comme celle de M. Cabanes (tome v), peut s'appliquer avec facilité aux moulins à blé existants, sans modifier la construction des meules ni de leur mécanisme.

Lorsque le moulin est à courroies, comme le suppose le dessin, le fer ou l'arbre H porte une poulie en fonte P, d'un diamètre à peu près égal à celui des meules, et commandée par une poulie semblable, montée sur un autre arbre vertical, à l'aide d'une courroie dont la tension est déterminée par la poulie à joue *p*. L'axe de celle-ci est mobile dans des coussinets rapportés à l'extrémité des deux branches horizontales de la fourchette Q, dont le bras vertical est entièrement libre, afin qu'on puisse lui faire prendre diverses positions avec le secours du levier *o*; on sait qu'une corde attachée au bout de ce levier, et passant sur une petite poulie à gorge, porte un léger poids qui suffit pour faire appuyer le rouleau *p* sur la courroie et la maintenir tendue pendant le travail.

(1) Il suffit de voir à cet égard ce qui a été publié dans les tomes I, III et V de ce Recueil.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL HUMECTEUR,
REPRÉSENTÉ FIG. 5 A 9, PL. 3.

La plupart des grains tendres qui nous arrivent, par mer, de l'étranger, ont été torréfiés, c'est-à-dire, séchés au four ou à l'étuve, avant leur expédition. Sans cette précaution, ils ne pourraient pas supporter l'humidité à laquelle ils sont exposés pendant la traversée, et nous arriveraient moisis ou du moins échauffés. Mais cette opération, en préservant les grains de toute altération, les met dans un état de siccité tel, qu'il devient difficile de séparer la farine de la pellicule, laquelle se réduit en poussière et donne, mélangée avec la farine, un produit rougeâtre qui n'est ni *marchand* ni *de garde*.

Pour remédier à cet inconvénient, on humecte les grains au moment de les moudre. Cette opération se fait dans diverses contrées de la manière suivante : on verse un mont de grains à l'épaisseur de plusieurs décimètres, et on l'humecte au moyen d'un arrosoir. Alors, à force de bras, on mélange les grains des couches supérieures avec ceux des couches inférieures, de sorte que par le contact des uns avec les autres, l'humidité se trouve repartie entre tous.

Mais quelque soin et quelque célérité qu'on apporte à ce mélange, les grains du dessus de la masse reçoivent plus d'eau que ceux du dessous, et ainsi une partie se trouve trop mouillée, tandis que l'autre ne l'est pas assez; on laisse alors le grain amoncelé afin que l'humidité se partage mieux. Cependant, dès que l'humidité a pénétré au cœur du grain, la farine qui en provient ne se conserve pas, et il est prudent de ne laisser le grain humecté que le moins longtemps possible en tas, et de faire en sorte que l'humidité n'aille pas au delà de la pellicule. Ce mode d'humectation laisse donc beaucoup à désirer. En effet, ou une partie du grain reçoit trop d'eau et l'autre n'en reçoit pas assez, ou si l'on attend que l'humidité soit bien répartie, elle pénètre trop avant dans le grain.

Dans d'autres contrées plus avancées, on emploie des cylindres mouilleurs en tôle placés dans une position légèrement inclinée, et renfermant des palettes disposées en hélice, qui ont pour objet de séparer le blé que l'on y introduit par l'extrémité supérieure, et de l'amener à l'autre extrémité; pendant ce temps, un filet d'eau qui arrive constamment dans le cylindre, mouille le grain au fur et à mesure qu'il change de position. On donne à ces appareils des longueurs de 4, 5 et 6 mètres sur 30 à 40 centimètres de diamètre, et une vitesse de 20 à 25 révolutions par minute.

L'appareil imaginé par M. Debeaune pour humecter le blé se distingue par une simplicité extrême et par le résultat qu'il produit; il consiste en une sorte de double arrosoir rectangulaire percé sur les deux faces intérieures opposées de petits trous très-rapprochés, dont les uns donnent issue à l'eau venant d'un réservoir supérieur, par jets verticaux lancés de bas en

haut, tandis que les autres se dirigent de haut en bas; or, les grains de blé tombant successivement par un conduit incliné, entre ces deux rangs de filets d'eau, se trouvent également humectés sur toute leur surface avec une régularité parfaite. En proportionnant la quantité d'eau qui doit sortir par les petits trous à la quantité de grains que l'on veut humecter, on arrive à donner à chacun de ceux-ci sa part exacte d'humidité. Ils ne sont plus alors ni trop, ni trop peu mouillés, et ils peuvent même, de cette sorte, être moulus immédiatement. Cet appareil a en outre l'avantage d'économiser la main-d'œuvre et la force motrice employée; un seul homme suffit, en effet, pour humecter la quantité de blé nécessaire à l'alimentation de 10 paires de meules. Dans un établissement bien monté, l'eau arrive seule par une pompe au réservoir placé à l'étage le plus élevé, et de même le blé est amené à la partie supérieure de l'auge ou du conduit incliné par une chaîne à godets.

La fig. 5ᵉ, pl. 3, donne une idée exacte de cette disposition, elle montre le réservoir d'eau R que nous supposons alimenté d'une manière constante, et le tuyau T qui dirige l'eau de ce réservoir à l'éjecteur S; à côté se trouve le conduit en bois U qui est en communication avec une trémie. On voit par la fig. 6, et par les détails fig. 7, 8 et 9, que l'éjecteur S se compose de deux boîtes rectangulaires superposées *s s'* en cuivre, en zinc ou en tôle, laissant entre elles un espace vide, et reliées, à leurs extrémités, par deux autres moins grandes avec lesquelles elles forment un seul conduit, de telle sorte que l'eau qui arrive sur le côté par le tuyau T quand le robinet *r*, dont il est muni, est ouvert, se distribue à la fois dans chacun d'eux, et en sort, divisée en filets extrêmement fins, par la foule des petits trous pratiqués en ligne droite sur les deux parois intérieures des deux boîtes horizontales; les filets ascendants s'élèvent de la boîte inférieure *s'* en se dirigeant verticalement; les autres se projettent de la boîte supérieure *s*. Les grains de blé, tombant successivement de la trémie par le conduit U, que l'on dispose avec un registre *a'* pour régler l'écoulement du grain, sont forcés de traverser ces deux rangs de jets d'eau croisés, et sont ainsi mouillés sur toute leur surface. Des cloisons intérieures ajoutées à la double boîte séparent l'arrivée de l'eau de sa sortie; celle provenant des filets ascendants est reçue dans des gouttières latérales supérieures *t*, fermées sur toute leur longueur par une enveloppe; elle en sort par le canal vertical *u*, et de là par la tubulure *v*, laquelle donne également issue à l'eau provenant des filets descendants, qui tombent dans la gouttière inférieure *t'*.

Pour empêcher qu'une ordure, ou un corps quelconque, qui s'introduirait avec l'eau dans l'appareil, ne vienne à boucher les petits trous et n'interrompe par suite une partie de l'éjection, l'auteur a eu le soin d'établir au-dessous de l'embouchure du tuyau T une cloison *x* qui oblige l'eau à passer par la boîte supérieure avant d'arriver dans la boîte inférieure. De cette manière, en ouvrant le petit robinet *y*, adapté au bas de celle-ci, et immédiatement au-dessous de la cloison, on établit un courant d'eau qui

entraîne le dépôt qui se serait formé dans les deux boîtes, et l'éjection se rétablit dès qu'on referme le robinet.

M. Debeaune construit ces appareils sur différentes dimensions, suivant l'importance de l'usine dans laquelle on veut en faire l'application ; celui que nous avons dessiné peut suffire à l'humectation régulière de 20 hectolitres de blé par heure, et revient à 250 fr.

NOUVEAUX PROCÉDÉS DE FABRICATION DE MEUBLES,

ET PARTICULIÈREMENT DE TOUTE ESPÈCE DE SIÉGES A DOSSIER,

Par M. PIAGET, ébéniste à Paris.

La fabrication des fauteuils et d'autres siéges à dossier, telle qu'elle a été pratiquée jusqu'à ce jour, présente, on le sait, des inconvénients qui n'ont pu être évités, malgré les tentatives faites à cet égard. Ainsi on leur reproche d'occasionner, pour leur confection, une grande perte de bois, de ne pas permettre d'obtenir toutes les courbures désirables, de présenter le bois, sur le même dossier, en long et en travers, ce qui en fait paraître les nuances très-différentes, et en outre, par cela même que les montants d'un dossier sont forcément en bout, tandis que les parties transversales sont en sens contraire, on ne peut exécuter toute espèce de dessin, et donner au meuble toute la solidité désirable.

Par le procédé de M. Piaget, au lieu de débiter les morceaux qui doivent former les montants, les pieds et les traverses du siége, dans la masse même du bois, ce qui exige des épaisseurs deux à trois fois plus fortes que celles qu'on doit obtenir, on arrive à composer les dossiers de plusieurs feuilles de bois minces, collées ensemble, auxquelles on donne le cintre voulu, et qu'on découpe suivant des formes quelconques, en ménageant les parties pleines et en pratiquant les jours nécessaires pour reproduire exactement les contours d'un dessin quelconque. Cette disposition a l'avantage de faire que le dossier paraît tout d'une pièce, qu'il est beaucoup plus solide, que la nuance du bois est égale et régulière sur toute l'étendue, qu'enfin on peut obtenir une économie considérable, non-seulement sur la matière, mais encore sur la main-d'œuvre.

Ce système consiste à débiter les billes de bois, en feuilles de peu d'épaisseur, de les enduire de colle forte sur toute leur surface pour les rendre adhérentes, puis de les placer sur un mandrin en les y tenant parfaitement serrées partout, à l'aide d'un contre-moule, et de presses, afin de les obliger à prendre exactement la forme cintrée qu'on veut avoir. Lorsque le tout est bien sec, et ne forme qu'un seul corps, d'égale épaisseur, on découpe alors, à l'aide de petites scies, suivant les contours du dessin donné : on termine enfin, en pratiquant, si on le juge nécessaire, des filets ou des moulures en creux, soit sur les champs, soit sur les surfaces intérieures et extérieures.

MOULIN BITOURNANT

OU A DEUX MEULES MOBILES,

ÉTABLI A LA FERTÉ-SOUS-JOUARRE

Par **M. GUSTAVE CHRISTIAN**, Ingénieur à Paris.

(PLANCHE 8.)

Comme nous l'avons déjà indiqué dans les volumes précédents de ce Recueil, les points principaux sur lesquels s'est portée, depuis une dizaine d'années, l'attention particulière de tous les hommes s'occupant de meunerie et recherchant le progrès, sont ceux-ci :

1° Faire rendre aux meules un travail plus actif, plus considérable, sans absorber une force supérieure;

2° Moudre avec plus de régularité, extraire du blé le plus de farine d'une seule opération et n'avoir pas à remoudre une seconde fois;

3° Diminuer la chaleur élevée que prend la mouture sous l'action des meules, en la dégageant promptement et en ne lui laissant que le degré de chaleur utile à sa bonne fabrication;

4° Enfin éviter les effets de l'évaporation et ceux de la condensation qui absorbent une quantité de farine en pure perte.

Nous avons fait connaître à peu près tout ce qui a été proposé jusqu'ici à ce sujet; nous croyons devoir encore en entretenir nos lecteurs en parlant avec détails du moulin bitournant.

Dans le but de diminuer la vitesse de rotation, c'est-à-dire le nombre de révolutions de la meule courante, plusieurs constructeurs ont eu l'idée de faire mouvoir la meule inférieure ou *gisante*, en même temps que la meule supérieure, mais en sens contraire de celle-ci. Ainsi M. Baron, de Pontoise, en 1837, eut l'occasion d'établir (voir le 5e vol. de ce Recueil) un système à double rotation. Il y a peu d'années, en Amérique, un ingénieur se fit patenter pour une disposition analogue, prétendant en obtenir de grands avantages. Dernièrement, un ingénieur allemand s'est fait bre-

veter dans plusieurs contrées de l'Allemagne, pour un mécanisme réalisant la même idée, et avec lequel il nous dit faire produire le double de travail aux meules.

M. Christian crut devoir aussi s'occuper de cette pensée, mais en modifiant toutefois les mouvements proposés par ses devanciers ; la combinaison qu'il a imaginée à cet effet, et pour laquelle il s'est fait breveter en France, présente, par rapport aux précédentes, une particularité très-remarquable, et qui, à cause de son ingénieux mécanisme, mérite d'être connue. Au lieu de commander la meule supérieure par le haut, et par suite celle de dessous par le bas, comme on l'avait fait auparavant, il chercha à produire la rotation continue et opposée des deux meules, par la partie inférieure, tout en les faisant reposer sur des pivots indépendants et en s'arrangeant de manière à permettre de soulager, de donner du grain et de débrayer au besoin, avec la même facilité que dans le système ordinaire.

Le moulin bitournant présente l'avantage soit de réduire, dans différents cas, le nombre de harnais ou de paires d'engrenage de commande, soit surtout d'adopter de grands diamètres pour les pignons sans augmenter ceux des roues. On se rappelle qu'habituellement les meules, dites à l'anglaise, de 1m30 de diamètre, reçoivent une vitesse normale de 115 à 120 révolutions par minute, lorsque la gisante est immobile ; il est évident qu'il suffit de leur donner une vitesse de rotation moitié moindre, c'est-à-dire 58 à 60 révolutions seulement, lorsque les deux meules sont mobiles à la fois et qu'elles tournent en sens contraire ; par conséquent si, comme on l'a vu, un moulin doit être mû par une machine à vapeur faisant 28 à 30 tours par minute, on peut aisément, par une seule paire d'engrenages d'angle, imprimer à l'arbre vertical la vitesse de 60 révolutions, et par suite, si le beffroi se compose de plusieurs paires de meules, commander directement chacune d'elles, soit par des poulies, soit par une roue et des pignons de même diamètre. Si le moteur est une roue hydraulique faisant 5 à 6 tours par minute, on peut réduire le nombre de harnais à deux, dont une paire de roues d'angle, puis la roue horizontale engrenant avec les pignons de meules ou des poulies et des courroies. Il est vrai que le mécanisme pour la communication de mouvement d'une meule à l'autre complique le système, et peut être le sujet d'une objection opposée à son adoption ; mais cette objection tombera d'elle-même d'après les expériences faites chez M. Caillaux, à La Ferté-sous-Jouarre, si on réalise un effet utile, considérablement plus grand que celui produit par le mode ordinaire. Pour notre compte, nous aurions désiré que M. Caillaux voulût bien continuer ces expériences ; mais nous craignons que possédant déjà un moulin important tout monté, il n'ait pas cru de son intérêt de faire valoir ce nouveau système.

Quoi qu'il en soit, M. Morel, habile meunier d'Essonne, a écrit à l'auteur la lettre suivante, que nous croyons devoir faire connaître :

« Vous me demandez mon avis sur le mérite de votre système de moulin

« bitournant, je vous répéterai avec plaisir ce que j'ai eu l'honneur de vous « dire lors de notre visite chez M. Caillaux.

« Comme exécution vous avez résolu avec supériorité un problème jus- « qu'alors réputé insoluble, et au point de vue de la conception de la ma- « chine, après quelques modifications que l'expérience vous a déjà con- « seillées, il ne se peut rien de mieux entendu que les divers agents de « cette ingénieuse invention.

« J'ai pu également, en voyant fonctionner votre moulin, m'assurer que « malgré l'état encore imparfait des meules, la mouture s'y faisait avec une « parfaite régularité, et je ne doute pas qu'en raison de la moindre accélé- « ration des surfaces en contact, il n'y ait économie dans la puissance à « employer pour le faire mouvoir.

« Il est facile de remarquer que la quantité de grain moulue est de beau- « coup supérieure à celle qu'absorbent les meules ordinaires, et sur ce « point encore il y a avantage notable. »

Voici, en résumé, les effets et les avantages que fait ressortir l'inventeur de ce système :

Le blé introduit dans les meules se trouve pris par les deux surfaces, est broyé instantanément, et est chassé aussitôt par la force centrifuge.

Les meules ont 20 centimètres d'épaisseur, et tournent à 60 tours par minute ; on comprend que cette double action atteigne plus efficacement le grain de blé, le divise en deux et le dégage de toute sa partie farineuse, rende les sons plus larges. Par la puissance de la force centrifuge et par l'effet contraire des meules, la boulange se trouve dégagée, et en ne séjournant pas sous les meules n'y prend pas un degré de chaleur aussi élevé.

Aucune partie du blé ne pouvant échapper à l'action des meules, il n'y a pas de gruau, et par cette raison que le blé s'échappe tout aussitôt qu'il est pulvérisé, une plus grande quantité peut y être introduite.

On a une mouture de 36 à 38 hectolitres par 24 heures ; ce qui représente le double du travail ordinaire.

Ces meules ne nécessitent pas un nombre d'employés plus grand, elles sont tout aussi faciles à conduire que les autres, et elles ne se rhabillent que tous les 6 à 7 jours.

En résumé : Production double en quantité, rendement plus grand en farines ;

Sons plus larges ;

Point ou peu de parties à remoudre ;

Point de chaleur excessive ;

Pour les frais de construction, de personnel, économie notable, puisque dans un même bâtiment, et avec le même nombre d'agents, et sans augmentation de force, on peut établir un nombre de paires de meules donnant une production double de celle obtenue actuellement.

Avec de tels avantages il est facile de compenser et au delà la différence

qui existe entre le moteur hydraulique et celui à vapeur. On peut donc désormais placer ses moulins partout où il y aura avantage, sans avoir besoin de rechercher les chutes d'eau si souvent mal situées, peu accessibles aux arrivages et aux départs des marchandises, et on ne sera arrêté dans son travail ni par les crues d'eaux ni par les sécheresses d'été.

Cette construction permet en outre de se greffer sur un beffroi déjà établi, de sorte que le meunier qui voudrait augmenter ses moyens de production, peut placer sans une grande dépense un tel moulin dans son usine.

DESCRIPTION DU MOULIN BITOURNANT,

REPRÉSENTÉ FIG. 10 ET 11, PL. 3.

L'application de ce système, chez M. Caillaux, étant faite à une paire de meules entièrement isolée du beffroi de son moulin principal, le constructeur a seulement établi la communication de mouvement de l'un des fers de ce moulin à celui H de l'appareil bitournant par deux poulies et une courroie, qui font mouvoir la meule supérieure C, comme à l'ordinaire. Mais la poulie K, montée sur le fer H, sert en même temps de moteur à la meule inférieure, parce que sa couronne est dentée intérieurement pour faire l'office de roue droite qui engrène avec le pignon en fonte L. Celui-ci est fixé sur un arbre intermédiaire M parallèle au fer de meule, et porte au-dessus de son collet inférieur un second pignon plus petit N qui communique le mouvement de la poulie à la roue droite O, laquelle est rapportée sur la longue douille F, qui est fondue avec la cuvette à croisillons F′. La meule gisante D repose sur cette cuvette, comme si elle était fixe, et des vis de centrage et de nivelage permettent de la régler avec la même précision que dans les autres systèmes. Le rapport qui existe entre le pignon N et sa roue O étant le même que celui du premier pignon L à la poulie K, on conçoit que la vitesse des deux meules est égale; il est évident qu'on pourrait aisément par des rapports différents faire en sorte que la rotation de l'une des meules fût plus grande ou plus petite que celle de l'autre; des expériences comparatives permettraient de juger s'il y a réellement avantage à établir ainsi des vitesses inégales; dans tous les cas le mouvement de la seconde meule est en sens contraire de celui de la première, comme il est facile de s'en rendre compte par la combinaison et la disposition de ces engrenages.

La meule supérieure tourne sur pivot et sur pointal, comme dans les moulins que nous avons déjà publiés, puisque son fer H est disposé de même, que sa pointe inférieure *a* repose sur une crapaudine renfermée dans la poëlette ou la chaise en fonte P, et que son pointal supérieur ajusté à son sommet *a′* porte la nille droite A scellée au centre de la meule; celle-ci entraînée dans la rotation de l'arbre par le manchon B, marche donc exactement de la même manière que précédemment; on la soulage également soit du

rez-de-chaussée, soit du premier étage, par un mécanisme analogue à ce qui existe, et son arbre est guidé par un boîtard à coussinets *i*, rapporté au milieu de la cuvette F′, et de construction semblable à ceux décrits.

M. Christian a cherché à faire aussi tourner la meule inférieure sur pivot comme la première, ce qui présentait réellement dans l'exécution des difficultés assez grandes qu'il a du reste surmontées, par une disposition ingénieuse. La cuvette F′ est fondue avec des oreilles qui ont permis d'y assembler trois tiges verticales G, et par suite un croisillon à trois branches E, dont le moyeu forme un œillard cylindrique correspondant à celui des meules, et porte, en outre, à son centre une tige filetée *e*, terminée par une pointe aciérée *d*, qui repose sur la partie supérieure *b* du manchon de nille. Cette tige est surmontée d'une soucoupe qui reçoit le grain sortant de l'engreneur et le projette au-dessous entre les deux meules; sa partie taraudée traverse un écrou de cuivre fixé au centre de la petite roue dentée *f*, laquelle engrène avec un très-petit pignon *g*, dont l'axe prolongé au dehors de l'archure porte une espèce de roue à rochet *x*, dans les dents de laquelle on peut à volonté engager l'une des deux touches *y* et *y*′, en poussant ou en tirant la tringle à poignée *r*. Il résulte de cette combinaison que la meule inférieure D fonctionne exactement comme la meule supérieure, c'est-à-dire qu'elle tourne aussi sur pivot, quoique son arbre à douille F soit mobile dans des collets ou boîtards I, I′, et qu'on peut également soulager du dehors de l'archure. En effet, l'étoile ou la roue à rochet *x*, étant fixée sur l'axe du pignon *g*, est nécessairement entraînée dans le mouvement du croisillon E, et passe constamment entre les deux doigts *y* et *y*′; or, si l'on tire la tringle *r*, le premier y forme obstacle à l'étoile qui tourne alors sur elle-même d'une certaine quantité, et fait par suite tourner la roue droite *f*. Cette roue tend alors à faire descendre par son écrou, la tige filetée *e* et son pivot *d*, mais comme celui-ci ne cesse pas de reposer sur sa crapaudine *b*, c'est réellement le croisillon E qui est forcé de baisser et qui, en même temps, soulage la meule inférieure en l'écartant de l'autre. Si, au contraire, on pousse la tringle *r*, c'est le doigt *y*′ qui s'engageant dans l'étoile forme obstacle, mais dans le sens opposé; le système tend alors à remonter, et par suite à faire rapprocher la meule D de la meule C. Ainsi, suivant que l'on embraye l'une ou l'autre des touches *y* et *y*′ avec les branches ou les saillies de l'étoile on fait monter ou descendre la meule, et on règle sa position exacte, comme on règle celle de la meule supérieure, le rapport entre le pignon *g* et la roue *f* étant très-grand, et le pas de la vis de la tige filetée *e*, très-petit, on conçoit qu'on puisse soulager ainsi, avec toute la précision désirable. Des ressorts à boudin placés entre les supports de la tringle *r*, tendent constamment à ramener cette tringle dans une position intermédiaire, de telle sorte que les doigts ne rencontrent pas l'étoile pendant le travail : ce n'est qu'en appliquant la main sur la poignée de la tringle, pour la pousser ou la tirer, que l'engagement a lieu; dès qu'on la quitte, le contact cesse, et l'étoile ne tourne pas.

A l'extérieur de la cuvette F', est rapporté un disque circulaire *h* qui sert à recevoir la mouture sortant des meules, et une petite palette fixée à chacune des tiges verticales G, fait l'office de ramasseur pour conduire la mouture en dehors de l'archure, dans l'anche qui la descend à la base de l'élévateur.

Un tel mécanisme est véritablement, comme on le voit, fort ingénieux; mais comme un grand nombre d'inventions nouvelles, placé entre les mains d'hommes inintelligents, ou peu soigneux et pas au fait des machines, il peut être susceptible de ne pas produire les résultats que le constructeur en obtient, quand il le surveille lui-même. Ainsi, nous avons appris que dès que M. Christian ne restait pas au moulin, on n'osait plus le faire fonctionner, dans la crainte d'accidents; il est vrai qu'il s'est présenté un inconvénient assez grave qui a pu donner quelque fondement à ces craintes, c'est que quand les meules travaillent un certain temps, plusieurs heures de suite, par exemple, elles ne fonctionnent plus convenablement, parce qu'il paraît que le pivot supérieur *d* s'échauffe, sa tige s'allonge par la dilatation, et il suffit, comme on le comprend bien, d'une très-faible différence pour changer la mouture. Dès qu'on s'aperçoit de ce dérangement, il faut nécessairement arrêter, nettoyer la surface des meules, ce qui peut d'ailleurs se faire assez facilement, en enlevant l'archure, en retirant d'abord les écrous qui tiennent le croisillon E à la cuvette de la meule et en mettant celui-ci de côté avec tout ce qu'il porte et qui y reste attaché. C'est ce que l'on fait, au reste, toutes les fois qu'on doit rhabiller les meules. Nous sommes convaincu que l'auteur ne tardera pas à éviter cet inconvénient, et peut-être aussi à simplifier le mécanisme pour le rendre plus à la portée de la plupart des garde-moulins.

Le prix du mécanisme d'un tel moulin, est environ de 2,000 fr. sans les meules.

Dans le système américain, on commande la meule supérieure par le haut et la meule inférieure par le bas.

EMPLOI DE L'AIR PAR VENTILATEUR ET CONDUITS POUR ENLEVER LA BOULANGE ET LES BLÉS.

L'emploi des appareils accessoires dans les moulins, tels que ramasseur, vis à boulange, chaînes à godets, étuis d'élévateurs et chambres à rateaux, sont des auxiliaires peu énergiques, bien incommodes et incomplets pour enlever la boulange, la refroidir et la préparer convenablement au travail de la bluterie. En effet, la mouture en sortant de dessous les meules se trouve dans un état de chaleur et d'humidité qui nuit à sa qualité et à sa conservation; il lui faudrait une influence qui lui donnât de la fraîcheur et la séchât en même temps, afin de la rendre saine et d'empêcher les effets fâcheux de la condensation de la partie humide et de l'évaporation, qui, en

se réunissant, absorbent une belle partie de farine fine, et causent une perte assez sensible.

En traversant les vis à boulange, ramasseurs et élévateurs, la farine est encaissée, entassée, et reçoit l'effet qui lui est contraire : la privation de l'air fait que les différents corps ne se détachent pas, s'agglomèrent au contraire, l'effet de la chaleur et de la condensation répand partout une humidité qui couvre les bois d'une pâte épaisse, et absorbe la plus belle partie de farine, il faut nettoyer souvent les appareils; la chambre à rateau n'a pas une action assez vive pour remédier à ce mal, et la farine ne s'en refroidit pas assez vite. Tels sont les désavantages des appareils employés jusqu'à ce moment.

L'appareil nouveau de M. Christian remédie complétement à tous ces inconvénients, et est d'une application simple et facile. Dès que la mouture s'échappe des meules elle est attirée dans un récipient qui forme un tube en métal, dans lequel on introduit, au moyen d'un ventilateur, une colonne d'air qui fait ascension, enlève la farine aux étages les plus élevés; dans ce parcours la farine est séchée sans évaporation, sans condensation; elle est secouée, battue, et toutes ses différentes natures se trouvent détachées à l'avance : les sons surtout perdent par cette action ce qui peut leur rester de farine, de sorte que toute la mouture arrive ainsi préparée dans la bluterie et s'y travaille parfaitement.

Pour nettoyer et enlever les blés, on se sert du même ventilateur, et on les conduit ainsi dans les divers appareils qui les dégagent de toute matière étrangère et nuisible; dans ces différentes opérations, l'action si énergique de l'air se trouve complétement utilisée. En effet, le blé ne se trouve enlevé qu'à la condition d'être ventilé, et chaque grain se trouve soumis isolément à une action de nettoyage; il est à l'avance dégagé de la poussière qui l'enveloppe, et cette poussière sort des appareils par la force de l'air qui s'en échappe.

Ce système d'appareil, pour lequel l'auteur s'est fait breveter en 1847, permet de prendre de l'air d'un conduit général avec la plus grande facilité, et lorsque le besoin l'exige. On fait ainsi passer le blé dans un courant d'air, soit pendant qu'il séjourne dans les appareils, soit lorsqu'il en sort. Enfin le blé ne peut changer de place sans éprouver un effet de ventilation et par conséquent de nettoyage.

Suivant l'inventeur, l'ensemble des opérations est simple, énergique, et ne laisse rien à désirer. Pour la disposition des moulins il est avantageux; il occupe beaucoup moins de place, nécessite moins de réparations et est d'une application facile dans tous les établissements existants.

Nous rendrons compte de ce système avec plus de détails lorsque nous en aurons vu les applications sur une grande échelle.

ÉTABLISSEMENT DES MOULINS A FARINE,

ÉTAT DE MOUTURE, RENDEMENT, PRIX DE REVIENT.

COMPARAISON ENTRE LES MOULINS MUS PAR EAU ET LES MOULINS MUS PAR LA VAPEUR.

Comme il importe beaucoup de connaître, à l'époque actuelle, le rendement d'un moulin à l'anglaise bien monté, et, par suite, les avantages qu'il doit procurer au meunier qui l'exploite, nous croyons qu'on ne verra pas sans quelque intérêt les notes suivantes que nous avons puisées à bonne source et que nous pouvons, par conséquent, donner comme certaines.

Nous l'avons dit, la construction des moulins a fait de grands progrès en France, soit sous le rapport du gros mécanisme proprement dit, soit sous le rapport des appareils accessoires de nettoyage et de blutage. La fabrication s'est aussi notablement améliorée, soit en produisant plus de farine d'une quantité donnée de blé, soit surtout en produisant des qualités supérieures. Les perfectionnements successifs apportés dans les moteurs hydrauliques et dans les moteurs à vapeur, ont dû également coopérer à l'amélioration générale.

En 1829, époque à laquelle M. Benoît publia la traduction du Guide du meunier d'Oliver Evans, cet ingénieur fit connaître les résultats obtenus dans les moulins à vapeur de Saint-Denis, qui furent des premiers de ce genre montés en France. La machine, construite par M. Edwards, à Chaillot, sur le système à deux cylindres, de Woolf, faisait marcher six paires de meules qui, ensemble, pouvaient moudre dix mille kilogrammes de blé par 24 heures, en consommant 1,650 kilogrammes de houille, ce qui correspond à un travail de $6^{k\cdot}06$ de blé par kilog. de charbon.

Aujourd'hui, il n'est pas rare de voir des machines à vapeur qui ne consomment pas plus de 2 kilog. de charbon par heure et par force de cheval; par conséquent, on produit sensiblement plus de travail avec moins de dépense, car, en se basant sur ce chiffre de 2 kilog., on peut moudre $8^{k\cdot}2$ de blé par kilog. de houille au lieu de 6 kilog.; et nous touchons, à n'en pas douter, au terme très-prochain, où on pourra atteindre 10 kilog.;

puisque, d'après des expériences récemment faites sur des machines à condensation et à détente variable, on est arrivé à ne pas dépenser 1k.40 par cheval et par heure. Nous ne tarderons pas à publier ces machines avec détails.

On comprend alors que, en présence de tels résultats, on puisse actuellement, sans crainte d'insuccès, parvenir à établir des moulins à vapeur, en concurrence avec des moulins à eau, dans des localités à proximité de la grande consommation. Les notes que l'on va lire permettront, au reste, de former à ce sujet des comptes d'estimation suffisamment exacts, en ayant égard, d'ailleurs, au prix du combustible, suivant les contrées, et au prix de location des cours d'eau.

Nous ferons encore remarquer que lorsqu'on est constamment sur les lieux, on a l'avantage de trouver à vendre les issues au fur et à mesure qu'on les extrait, et, par suite, au moins 9 à 10 p. 100 plus cher que les moulins situés au dehors, et on évite les pertes de mesure qu'elles subissent par le transport. Il importe aussi de prendre en considération la facilité pour le meunier d'être présent aux achats et aux ventes, de profiter des circonstances et de pouvoir faire rentrer ses fonds plus souvent. Ce mode d'opérer est déjà pratiqué par nos plus forts négociants qui ont leur maison à Paris ou s'y font représenter; mais alors ce sont des frais de plus que le moulin à vapeur sur place peut éviter entièrement.

1830. — 1° ÉTAT DE MOUTURE. — (Ancien moulin à vapeur de M. Benoît, à Saint-Denis; ce moulin n'existe plus.)

Produits de 100 parties de blé moulu suivant le système américain.

Farine de blé,	1re qualité	= 64	toute farine	= 75 p. 100.
Farine tirée des gruaux,	id.	= 3		
Id.	2e id.	= 6		
Id.	3e et 4e id.	= 2		
Gros son à	20k l'hectolitre	= 6	issues diverses	= 23
Petit son à	24k id.	= 7		
Recoupettes de 28 à 30k	id.	= 6		
Remoulage de 45 à 50k	id.	= 4		
Déchets				= 2
			Total général	= 100

1837. — 2° ÉTAT D'UNE MOUTURE de 3,520 setiers de blé pesant ensemble 417,452 kilog. (Moulin à l'anglaise des environs de Paris.)

Farine, 1re et 2e qualité	= 300,579	soit 72 p. 100	= 0,720
Id. 3e id.	= 1,840	» 2,3 »	= 0,023
Id. 4e id.	= 7,586		
Criblures	= 2,856	» 0,7 »	= 0,007
Issues diverses	= 88,016	» 21,5 »	= 0,215
Déchets, évaporation, balayures	= 16,575	» 3,5 »	= 0,035
Total général	= 417,452		= 1,000

1848. — 3e ÉTAT D'UNE MOUTURE de 100 setiers pesant ensemble 11,800k à 23 fr. le setier, ou 19 fr. 49 le quintal de 100 kilog., soit 2,300 fr.

Farine, 1re qualité	= 70 p. 100, soit	8,260k	à 28f 50	le quintal	=	2,317f 10
Id. 2e id.	= 2 id.	236	à 20 »	id.	=	47 20
Id. 3e et 4e id.	= 4 id.	472	à 15 »	id.	=	74 80
Issues diverses.....	= 20 id.	2,360	à 8 »	moyennt	=	188 80
Totaux...........		11,328k				2,627f 90

La différence se compose de déchets à peu près en pure perte.

Les 11,800 kilog. de blé ayant coûté..................... 2,300 »

On voit que la mouture a rapporté........................ 327f90

C'est-à-dire 3f279 par setier de 118 kilog., soit 2f78 par quintal de blé.

Ainsi un moulin qui moudrait 100,000 kilog. ou 1,000 quintaux de blé par mois pourrait rapporter, dans les conditions actuelles, 33,360 francs par année.

Nous devons remarquer que le prix de mouture est généralement proportionné à celui du grain, nous voulons parler en dehors des spéculations; ainsi, en janvier 1848, le cours du blé de 1re qualité, à Paris, étant de 26 à 27 fr. le quintal, les farines, 1re qualité, étaient cotées à 38 et 39 fr., les 2e à 36 fr., les 3e et 4e à 21 et 20 fr.; cette année, à la même époque, les blés étant réduits à 19 et 20 fr. les 100 kilog., la proportion est à peu près la même pour les farines qui sont cotées, les 1re à 28 et 29 fr., les 2e à 25 et 26, les 3e et 4e à 17, 15 et 14 fr.

Or, un moulin à eau, des environs de Paris, composé de 4 paires de meules bien montées ne peut moudre moyennement que 7,500 à 8,000 setiers par année, parce que la force motrice n'étant pas constante diminue sensiblement pendant plusieurs mois. Le loyer d'un tel moulin, sans agrément de jardins ou de potagers, est de 1,500 fr. par paire de meules, et s'élève quelquefois même à 2,000 fr. ou à 1 fr. par setier de blé.

Voici, en résumé, les frais d'un tel moulin, par année, pour le meunier:

Loyer, au minimum, 6,000 fr. — Au maximum, 8,000 fr.; et moyennement.. 7,000 fr.

Un gérant ou garde-moulin, aux appointements de.......... 1,800

Deux ouvriers, ou rhabilleur et homme de peine........... 1,800

Intérêt d'un capital de roulement de 30,000 fr. à 6 p. 100... 1,800

Entretien et réparation du moteur hydraulique et des machines.. 500

Voiture et deux chevaux, avec charretier, pour transport des farines.. 3,000

A reporter......... 15,900

Report...........	15,900
Frais du voyage du meunier, à Paris, pour les ventes et recettes..	300
Pour-boire aux voituriers pour les blés amenés au moulin à 2 cent. 1/2 par setier..	200
Entretien des bluteries..	300
Entretien des courroies, marteaux........................	240
Raccommodage de sacs..	150
Huile, graisse pour les machines........................	200
Pelles, balais, brosses, entretien des corbeilles..............	40
Ficelles pour les farines et issues........................	25
Divers menus détails, tels que clous, vis, lacets, rubans.....	20
Contributions et patente..	425
Total..............	17,800 fr.
On vient de voir que la mouture de 100 setiers de blé rapporte 327 fr. 90 c.; par conséquent, celle des 8,000 setiers produit..	26,232
Le bénéfice réalisé est donc de...........................	8,432 fr.

C'est-à-dire un peu plus de 1 fr. par setier de blé moulu.

Nous allons également faire connaître les résultats et les frais d'un moulin à vapeur de quatre paires de meules, qui serait établi à Paris même, et qui, par conséquent, n'aurait pas de chevaux ni de voiture pour le transport des farines.

Nous observerons d'abord que la puissance d'une machine à vapeur est constante, pendant toute l'année, tandis qu'il est bien rare qu'un moteur hydraulique donne la même force aux diverses saisons. Aussi, un moulin de quatre paires de meules, commandé par une machine de 12 chevaux, peut moudre 12,000 setiers par année, en travaillant nuit et jour, pendant 300 jours, lorsque le moulin à eau ne produit pas plus de 8,000 setiers.

Nous avons indiqué dans notre sixième volume que suivant la mouture perfectionnée, telle qu'elle est effectuée pour le commerce de la capitale, on dépense la force effective d'un cheval-vapeur pour moudre 20 kilog. de blé par heure. La machine de 12 chevaux est donc capable de moudre

$$12 \times 20 \times 10 = 2{,}400 \text{ kilog. en 10 heures.}$$

En estimant que le travail effectif de la machine et des meules soit de 20 heures sur 24, et en supposant 300 jours seulement par an, le produit du moulin serait, au minimum, de

$$240 \times 20 \times 300 = 1{,}440{,}000 \text{ kilog.}$$

soit

$$\frac{1{,}440{,}000}{120} = 12{,}000 \text{ setiers par année.}$$

Au prix moyen de 23 fr. le setier ou 19 fr. 49 c. le quintal métrique, cette quantité coûterait

$$12{,}000 \times 23 = 276{,}000 \text{ fr.}$$

et rapporterait, à raison de 3 fr. 28 c. par setier,

$$12{,}000 \times 3^{f}28 = 39{,}360 \text{ francs.}$$

Les frais d'un tel moulin se répartissent comme suit :

Combustible (consommation par jour, 600k à 4 fr. les 100k) soit 24 × 300 .... =	7,200 fr.
Deux chauffeurs se relayant successivement à 100 fr. par mois chacun	2,400
Graissage, huile, graisse, minium, étoupes	2,000
Loyer de ladite machine et du moulin	4,000
Loyer du bâtiment	1,500
Entretien et réparation desdits	660
Intérêt du capital de roulement de 40,000 fr. à 6 p. 100	2,400
Un garde-moulin à 1,800 fr., et deux aides ; ensemble	4,590
Pour-boire des blés à 2 c. 1/2 le setier	300
Entretien des bluteries, courroies, sacs, marteaux	700
Balais, brosses, ficelles, clous, vis, etc	100
Patente, contributions	600
Total	26,360 fr.
Comme le rapport est de	39,360
Le bénéfice réalisé devient	13,000 fr.

C'est-à-dire 1 fr. 08 c. par setier de blé moulu.

On voit donc qu'un tel moulin serait réellement dans de bonnes conditions, et cela se concevra parfaitement, si l'on veut bien remarquer que l'on évite, d'une part, les frais de transport des farines et les frais de déplacement, la location élevée du moteur hydraulique, les chômages par les variations de force motrice, et, de l'autre, la faible consommation de combustible des machines à vapeur bien construites et bien entretenues. Il est évident que les avantages seraient proportionnellement plus considérables si le moulin était notablement plus important.

Si, d'un côté, on doit chercher pour les établissements susceptibles d'employer un grand nombre d'ouvriers à s'éloigner des grandes villes, à cause de l'augmentation des salaires, des frais d'entrée de combustible et des matières premières ; de l'autre, il y a certainement avantage à y monter au contraire des fabriques, comme des moulins, qui travaillent d'une manière continue, et n'exigent qu'un personnel extrêmement restreint.

FABRICATION DU SUCRE.

ENSEMBLE COMPLET
D'UNE SUCRERIE DE BETTERAVES,

Par **M. DEWILDE**, Mécanicien.

(PLANCHES 4 ET 5.)

Dans le courant des six premiers volumes de la Publication industrielle nous avons donné sur la fabrication du sucre les appareils les plus récents et les plus estimés employés dans cette industrie, tels que moulins à canne et à noir, appareils d'évaporation à air libre et à double effet, pompes, appareils à revivifier le noir et à cuire dans le vide, monte-pains, râpes, filtres, etc. En décrivant spécialement chacun de ces appareils, nous avons toujours tâché d'expliquer succinctement les diverses opérations qui s'y rattachaient; néanmoins notre travail a pu laisser, sous le point de vue de la question générale et manufacturière, des lacunes inévitables. Aujourd'hui nous allons compléter notre tâche par la description détaillée d'une sucrerie de betteraves; nous parlerons des divers appareils que l'on y emploie et des divers procédés qui y sont en usage.

Le sucre est très-répandu dans le règne végétal. On le trouve surtout dans la tige des roseaux, dans la séve des arbres, dans les racines de betteraves, de carottes, etc., dans les fleurs et dans quelques fruits. Toutes ces plantes ne sont pas également riches en principe. La canne à sucre est celle qui en fournit le plus, puis les racines de betteraves; aussi ces deux sortes de produits sont-ils les plus communément exploités pour les besoins domestiques.

Nous ne nous occuperons que de la fabrication du sucre indigène proprement dit, en mentionnant toutefois les différences de procédés qui

existent entre cette fabrication et celle du sucre de canne, différence peu appréciable quant aux appareils principaux, et toutes particulières aux premières opérations.

Bien des préjugés ont régné et règnent encore à l'égard du sucre de betterave. Dans le monde, on croit généralement qu'il est moins lourd, moins sucré et moins sain que le sucre de canne. Ce sont des erreurs qu'il est important de déraciner.

Le célèbre Chaptal disait à ce sujet :

« Les sucres qui proviennent de ces diverses plantes sont rigoureusement de même nature, et ne diffèrent en aucune manière, lorsqu'on les a portés par le raffinage au même degré de pureté. Le goût, la cristallisation, la couleur, la pesanteur, sont absolument identiques; et l'on peut défier l'homme le plus habitué à juger ces produits ou à les consommer, de les distinguer l'un de l'autre (1). »

Aucune industrie n'a donné dans un temps si court de résultats comparables à ceux de la fabrication du sucre indigène.

C'est en 1747, dit M. Girardin, dans son *Traité de chimie élémentaire*, que Margraff, de Berlin, découvrit dans la betterave un sucre cristallisable, identiquement semblable à celui de la canne. Le baron Koppi et Achard, de Berlin, furent les premiers qui, quarante ans après, essayèrent de faire passer dans l'industrie cette découverte de laboratoire. Ce n'est toutefois qu'en 1810 qu'on réalisa en France cette pensée féconde à laquelle Napoléon prêta son puissant appui. Après bien des vicissitudes, l'extraction du sucre indigène est devenue chez nous une industrie très-importante, puisqu'en 1837, plus de 500 établissements fabriquaient près de 60 millions de kilogrammes. Aujourd'hui, par suite des entraves apportées par le fisc à cette industrie, il n'existe plus guère que 400 fabriques, produisant de 35 à 40 millions de kilogrammes de sucre, ce qui complète, avec le sucre des colonies, la quantité nécessaire à notre consommation, c'est-à-dire de 120 à 130 millions de kilogrammes.

C'est dans les départements du nord de la France que cette industrie s'est pour ainsi dire concentrée, notamment dans l'Aisne, la Somme, le Pas-de-Calais et le Nord. Ce dernier département produit à lui seul plus que les trois autres ensemble, et donne la moitié de la production totale du sucre indigène.

En 1811, le sucre de betterave revenait au producteur à 5 francs le kilogramme. Aujourdhui il ne lui coûte que 90 centimes à 1 franc environ, et tout prouve que le prix de revient pourrait descendre à 30 centimes le kilogramme.

Les betteraves sont ordinairement travaillées immédiatement après la récolte, l'excédant est conservé dans des *silos*, ou fossés de 1 mètre à 1 mètre 50 de profondeur sur une largeur à peu près égale. Les betteraves

(1) Chaptal, *Chimie appliquée à l'agriculture*.

empilées sont recouvertes d'une épaisse couche de terre en forme de dos d'âne; des rigoles placées de chaque côté des silos donnent écoulement aux eaux pluviales.

Malgré les précautions les plus minutieuses, les betteraves éprouvent toujours des altérations plus ou moins considérables, et les produits en sucre vont en diminuant de quantité et de qualité à mesure que la saison s'avance. Un procédé seul, dit M. Dumas, peut éviter ces graves inconvénients : c'est celui de la dessiccation immédiate après la récolte.

Plusieurs essais dirigés dans ce but font espérer que l'agriculture jouira un jour des immenses avantages que la fabrication du sucre indigène n'a réalisés qu'en partie jusqu'ici à son profit, et que la betterave desséchée à peu de frais par le cultivateur, et livrée au commerce comme le blé, pourra être exploitée dans des temps et des lieux opportuns, et donner des sucres à des prix très-bas.

M. Schutzenbach est le premier qui ait attiré l'attention publique sur la dessiccation de la betterave, en fondant à Carlsruhe un établissement très-important pour l'application de ce mode de travail. Son appareil, qui ne peut convenir qu'à une vaste entreprise, se compose d'une chambre étroite, voûtée et très-haute; des toiles métalliques sans fin, superposées les unes aux autres, se meuvent dans la longueur de cette étuve, et sont disposées de manière que le produit placé sur ces toiles puisse tomber d'une toile supérieure à une inférieure, et ainsi de suite.

La betterave, coupée en lames minces et distribuée sur la première toile, est entraînée par le mouvement de celle-ci; elle parcourt successivement les toiles superposées, et la dernière la rejette au dehors de l'étuve parfaitement desséchée. Au-dessous des toiles est un espace libre où l'air, continuellement chauffé par un calorifère, s'élance à travers les couches de betteraves, et sort à la partie supérieure de l'étuve saturé d'humidité

Les betteraves une fois sèches sont réduites en poudre; on convertit celle-ci en pâte, en la délayant dans le double de son poids d'eau, légèrement acidulée par l'acide sulfurique, et on la soumet à la presse pour obtenir le jus à peine troublé et coloré. Ce jus est ensuite neutralisé par la chaux, cuit et décoloré comme dans les procédés ordinaires. M. Schutzenbach dit qu'on retire ainsi 9 p. 100 de sucre cristallisé.

Le procédé de M. Schutzenbach n'a peut-être pas été adopté autant que l'importance de la découverte aurait pu le faire espérer, néanmoins en Bavière, en Wurtemberg, dans le pays de Bade, il y a de grands établissements qui opèrent d'après ce nouveau mode et d'après les perfectionnements qui y ont été apportés par M. Jordan de Haber.

M. De Lirac, propriétaire à Sarrianes, emploie la chaleur du soleil pour opérer la dessiccation des betteraves avec plus d'économie. Il saupoudre de chaux les tranches de betteraves, qui, en 10 heures d'exposition au soleil, perdent 70 p. 100 de leur poids. Il est évident que ce n'est que dans le Midi qu'on pourra agir ainsi.

M. Forbin-Janson, à Avignon, a proposé en 1840 un procédé consistant à saupoudrer les tranches de betteraves, à mesure qu'elles sont coupées, d'une partie de charbon animal, végétal ou minéral, réduit en poudre fine.

Cette substance contribue à préserver la betterave de toute altération occasionnée d'abord par le contact de l'air sur le jus sortant des cellules saccharines à mesure qu'elles sont coupées par l'instrument tranchant, et, plus tard, par l'humidité que la betterave desséchée puise en grande abondance dans l'atmosphère ; elle contribue encore à rendre le travail de l'extraction du sucre plus facile dans la macération, en attirant au dehors les parties sucrées renfermées dans les cellules saccharines ; elle hâte surtout la prompte dessiccation des betteraves au soleil, et rend par là manufacturier ce procédé, qui réunit alors tous les avantages que l'on peut désirer.

La proportion à observer dans l'emploi du charbon est de 2 à 3 p. 100 de betterave fraîche, selon la qualité du charbon.

FABRICATION DU SUCRE INDIGÈNE.

L'extraction de la matière sucrée des racines de betterave, et la conversion de cette dernière en sucre en pains tels qu'on les livre au commerce, forme l'objet d'une foule d'opérations qu'on peut énumérer ainsi :

Traitement de la betterave. — 1° Lavage ; 2° Râpage ; 3° Pressage ; cette dernière opération est remplacée dans quelques-unes de nos usines par des procédés qui portent le nom de macération, lévigation ou lixiviation, c'est toujours, au reste, l'extraction proprement dite et les préliminaires du traitement des jus sucrés.

Traitement du jus. — 1° Défécation ; 2° Première filtration ; 3° Première évaporation ; 4° Seconde filtration ; 5° Cuite, 6° Cristallisation ; 7° Empli et opérations complémentaires.

Nous allons examiner chacune de ces parties en détail, en décrivant l'ensemble complet d'une sucrerie représentée sur les pl. 4 et 5.

TRAITEMENT DE LA BETTERAVE.

Du lavage. — Lorsque les betteraves arrivent à l'atelier, elles sont placées dans le lavoir A composé d'un grand cylindre creux et à jours, formé de douves distancées à l'extérieur de 3 à 4 centimètres. Ce cylindre, monté sur un axe en fer légèrement incliné, se meut dans une caisse *a*, remplie d'eau et élevée sur un châssis *b* ; les betteraves qui y sont introduites par la trémie *c* peuvent ainsi, en se lavant, par le mouvement de rotation, sortir à l'extrémité opposée, d'où elles tombent sur le plan incliné B qui les amène directement aux râpes.

Au lieu d'incliner l'axe, ce qui peut être quelquefois gênant pour les transmissions, on a eu l'idée de faire le tambour légèrement conique, de sorte que le résultat est le même. On change l'eau du bac seulement lors-

qu'elle est devenue trop bourbeuse, et même on peut enlever seulement le dépôt et remplir d'eau nouvelle.

Cette méthode de nettoyage, qui est la plus sûre et la plus expéditive, est insuffisante quand on traite des matières plus ou moins altérées. Dans ce cas on les nettoie une à une et à la main en raclant avec un couteau toutes les parties couvertes de terre ; on tranche même les radicules qui recèlent des pierrailles. Cette opération est réservée aux femmes : deux ouvrières peuvent préparer 4,000 à 4,500 racines par jour. Si la betterave est grosse, l'ouvrière a soin de la fendre en deux ou plusieurs morceaux, afin de faciliter le travail de la râpe. Le déchet subi par cette opération est de 6 à 7 p. 100 environ.

Dès que les betteraves sont nettoyées on peut en extraire le jus, et à cet effet, plusieurs procédés ont été mis en usage pour obtenir le meilleur résultat. Malgré de savantes recherches et des travaux pratiques consciencieux, on paraît préférer, comme nous le disions en parlant des râpes mécaniques (page 229, tome VI), l'ancien système qui consiste à réduire la betterave en pulpe fine et à exprimer le jus par une pression puissante, aux nouveaux qui, tous, ont pour but de séparer le jus par un lavage méthodique à chaud ou à froid, en opérant sur la betterave réduite en tranches minces (1). Comme ces dernières méthodes pourront être très-utiles lorsqu'on sera parvenu à n'opérer que sur des betteraves desséchées, nous allons parler de celles qui ont eu le plus de retentissement.

En première ligne nous mentionnerons le procédé de M. Mathieu de Dombasle, breveté pour quinze ans, en date du 19 mai 1831, sous le titre de : *Procédés d'extraction du sucre de betterave.*

L'invention est basée sur les faits suivants :

1° Si l'on met à macérer dans l'eau froide ou tiède des racines de betteraves découpées en morceaux ou en tranches, l'eau ne se charge que d'une très-petite quantité de matière sucrée, quelque minces que soient les tranches ;

2° Si l'on a préalablement détruit le principe vital qui réside dans les racines, soit par la dessiccation, soit par l'application d'un degré de chaleur suffisant, l'affinité s'exerce alors sans obstacle entre le liquide de la macération et la matière sucrée contenue dans les racines, en sorte qu'il s'opère un partage de la matière sucrée entre le liquide contenu dans les racines et celui dans lequel sont plongées les tranches. Ce partage se fait d'autant plus promptement que les morceaux ou les tranches sont plus minces, et il s'opère à froid, quoique avec moins de promptitude que par l'application de la chaleur.

D'après ce principe, si l'on découpe des betteraves en tranches de 8

(1) Ce procédé appelé *macération*, est ainsi défini par M. Dumas : « L'opération qui consiste à soumettre la betterave à l'action méthodique d'un lavage semblable à celui employé pour épuiser les matériaux salpêtrés, et à déterminer la rupture des cellules en élevant brusquement la température de l'eau par une injection de vapeur. »

à 9 millimètres d'épaisseur, par exemple, si l'on opère la *coction* de ces tranches par la vapeur de l'eau bouillante ou par tout autre moyen, si l'on verse 100 litres d'eau sur 100 kilogrammes de ces racines, en maintenant le liquide au degré de l'ébullition pendant une demi-heure ou même moins, l'eau se charge de la moitié environ de la quantité de sucre contenue dans les racines.

Le même effet aurait lieu si l'on opérait la coction des tranches dans le liquide même de la macération, ou si les betteraves n'avaient été découpées qu'après la coction opérée par un moyen quelconque.

Si, après avoir retiré le liquide de cette première macération, on verse une égale quantité d'eau sur les mêmes betteraves, cette eau se chargera encore de la moitié de la portion de matière sucrée qui restait dans les racines ; et, par de nouvelles macérations, on pourra ainsi enlever aux racines presque jusqu'au dernier atome de matière sucrée.

D'un autre côté, si l'on verse sur une nouvelle portion de racines et dans les mêmes circonstances, le liquide provenant de la première macération, et en quantité égale en poids, ce liquide se chargera d'une nouvelle quantité de matière sucrée et acquerra de nouveau une augmentation de pesanteur spécifique; en le soumettant à plusieurs macérations successives avec des betteraves nouvelles, on portera sa densité à un degré presque égal à celui du jus que ces mêmes betteraves auront donné par l'expression.

Il résulte de là qu'en passant successivement le liquide dans plusieurs cuviers remplis de betteraves découpées et déjà épuisées à différents degrés, en sorte que chaque cuvier reçoive constamment le liquide d'un cuvier moins chargé que lui de matière sucrée, et en donnant à chaque macération une durée suffisante, selon le degré de température auquel on les aura faites, afin que le partage de la macération s'opère complétement, on amènera tout le liquide au maximum de densité, à mesure qu'il sortira du dernier cuvier qui aura été chargé de betteraves nouvelles et soumises à la coction, soit dans ce cuvier même, soit par une opération préalable, tandis que les racines sortiront du premier cuvier où l'on aura versé l'eau pure, dépouillée plus ou moins complétement de la matière sucrée, selon que l'on emploiera un plus ou moins grand nombre de cuviers.

Le liquide obtenu ainsi se traitera comme le jus provenant de l'expression par la chaux, le noir animal et autres moyens usités (1).

Cette méthode de macération n'a pu être pratiquée avec succès et manufacturièrement que par l'emploi de l'eau chaude, soit par le moyen des cuviers isolés, soit par la filtration continue de M. de Beaujeu, soit par

(1) *Brevets expirés*, tome LX, page 406.

Nous avons donné comme Notice industrielle, page 272, IIe volume, des renseignements précis et pratiques sur ce procédé de macération ; ils complètent ce que nous avions à dire du système de M. Mathieu de Dombasle. Le procédé de M. Boucher, fabricant de sucre, à Pantin, est également décrit dans ce IIe volume, page 273. On sait qu'il repose sur un mode d'extraction du sucre de la betterave et de sa conversion en sucre raffiné, sans le sortir de la forme. Il date du 18 juin 1840.

le macérateur Champonnois. Ce dernier appareil, ainsi que ceux qui l'ont précédé, est, suivant l'auteur même, entaché de l'inconvénient radical de fonctionner à chaud. Il est, en effet, démontré que la chaleur transforme le sucre cristallisable en sucre incristallisable ou mélasse, et, à cet égard, les expériences de laboratoire ont toujours été confirmées par la pratique : c'est principalement pendant la macération que cet effet destructeur se remarque, parce qu'alors le jus de la betterave n'est pas encore séparé des matières étrangères qu'il renferme. Pour obvier à ces inconvénients, les fabricants les plus éclairés se sont beaucoup occupés de la macération à l'eau froide, mais ils n'ont pu parvenir encore, que nous sachions, à rien de bien satisfaisant.

M. Huart a été breveté en 1833 pour un procédé qui consiste dans la filtration pure et simple de l'eau froide à travers la pulpe, et ce procédé présenterait de grands avantages si cette filtration à froid était praticable en grand ; il paraît que l'expérience a prouvé le contraire. M. Beaudrimont avait essayé de forcer le passage de l'eau froide à travers la pulpe, dans un appareil analogue au filtre-presse de M. Réal ; il n'a pas réussi. M. Legavrian, de Beaugency, au lieu de comprimer l'eau à la partie supérieure de la pulpe, a imaginé de faire le vide par dessous ; il a obtenu les mêmes résultats : l'eau froide a refusé de passer à travers la masse de pulpe, et l'inventeur s'est vu obligé d'extraire d'abord une partie du jus par le pressurage pour pouvoir appliquer ensuite son système à la pulpe pressée et la débarrasser ainsi du sucre échappé à la pression. M. Ducel, de Paris, a suivi une route inverse en macérant d'abord la pulpe à l'eau froide et la soumettant ensuite à l'effet des presses pour en extraire le jus, qui se trouve ainsi mêlé de beaucoup d'eau. Tous ces procédés ont été à peu près abandonnés et n'ont servi qu'à faire préjuger, dans un grand nombre de cas, la supériorité des produits de la macération froide sur la macération chaude, tant en qualité qu'en quantité.

MM. Martin et Champonnois ayant reconnu par de nombreuses expériences l'impossibilité d'obtenir manufacturièrement le passage de l'eau froide à travers la pulpe à l'état de repos, ont eu recours à un autre principe que celui de la filtration simple : il consiste dans le battage ou agitation continue de la pulpe dans l'eau froide. L'appareil à l'aide duquel ils en ont fait l'application, et pour lequel ils prirent brevet le 30 juin 1835, consiste en un grand cylindre vertical en bois ou en métal, garni d'un double fond métallique percé de petits trous d'arrosoir ; au centre de ce cylindre s'élève verticalement suivant l'axe un arbre métallique armé de distance en distance de mouverons horizontaux légèrement inclinés ; ces mouverons ou agitateurs sont solidement fixés à l'arbre, qui tourne sur un pivot placé à la base du cylindre, à l'aide d'un engrenage supérieur. Au bas du cylindre et immédiatement au-dessus du double fond à claire-voie vient déboucher un large conduit plus élevé que le cylindre même, et par lequel on introduit la pulpe ; entre les deux fonds se trouve un orifice qui sert à

l'écoulement du jus. Tout en haut du cylindre est un plan légèrement incliné sur lequel on fait monter la pulpe épuisée, quand elle a parcouru tout l'appareil de bas en haut par l'effet seul de l'agitation.

La machine étant en pleine activité, on fait arriver par le conduit latéral des charges successives de pulpe grossièrement râpée ; l'agitateur inférieur s'en empare à mesure qu'elle arrive et la répand sur le fond du cylindre ; mais bientôt, par l'effet du mouvement et par la forme des agitateurs, la pulpe prend une marche ascensionnelle très-lente, et se trouve remplacée par des charges nouvelles. En même temps, on fait couler à la surface du cylindre un courant d'eau froide continu ou intermittent, proportionnel à la quantité de pulpe qui entre par le bas ; cette eau, qui ne filtrerait point dans la masse de pulpe à l'état de repos, se trouve mêlée intimement avec elle par le battage, et participe aux densités successives des couches qu'elle traverse (1).

Le *lévigateur* Pelletan, breveté le 5 août 1836, a été et est encore employé dans plusieurs de nos usines. Il se compose d'une vis d'Archimède en cuivre dont la cloison spirale est formée par une toile métallique et l'enveloppe par une mince lame de cuivre rouge simplement appliquée autour de cette spirale.

Cette vis est placée obliquement et sous des degrés d'inclinaison que l'on peut varier à volonté ; son extrémité inférieure tourne sur un pivot, et son extrémité supérieure est garnie d'une manivelle pour la mettre en mouvement. Aux trois quarts de la hauteur de cette vis se trouve placé un tube recourbé, destiné à introduire des quantités d'eau constantes pour le lavage de la pulpe. Pour faire usage de cet appareil, on place sous son extrémité inférieure un vase destiné à recevoir le jus ; sous le tuyau coudé, un vase plein d'eau entretenu à niveau constant ; sous l'extrémité supérieure une gouttière destinée à recevoir la pulpe lavée.

Dans cet état, on tourne la vis avec une vitesse d'un tour par seconde ; un enfant jette dans l'ouverture inférieure de la vis un kilogramme de pulpe à chaque tour, et on règle le niveau du vase d'eau de manière à ce que le tuyau coudé enlève un litre d'eau à chacune de ses immersions.

La pulpe déposée dans la vis s'élève successivement à chaque tour le long de cette dernière, qui n'est jamais remplie que jusqu'à l'axe ; l'eau, au contraire, descend à travers les différentes cloisons de la toile métallique de telle sorte que le liquide qui s'écoule en bas est du jus de betterave presque pur tandis que la pulpe qui sort par le haut de la vis, après douze tours, est tout à fait épuisée de matière sucrée et ne contient plus que de l'eau (2).

Le lévigateur Pelletan, dit M. Dumas, peut exploiter 15,000 kilogrammes de betteraves par jour. Il présente sur le système des presses une économie de main-d'œuvre et peut-être un rendement un peu plus grand ; mais ces

(1) *Brevets expirés*, tome LVI, pag. 156 et suiv.
(2) *Id.*, tome LXII, page 294.

avantages sont contre-balancés par la dépense du combustible et le déchet sur la pulpe, qui est presque entièrement perdue.

Dans la même année, et sous le titre de : *Procédés d'extraction du jus de betterave par la macération à froid*, M. Dequoy prenait le 16 août un brevet de dix ans. Ces procédés sont basés sur l'épuisement produit par des lavages et des mélanges intimes de la pulpe dans l'eau froide, dans des proportions réciproquement indéterminées jusqu'à ce que, d'une part et progressivement, l'eau soit arrivée à une densité à peu près équivalente au jus primitif de la pulpe, et que, d'autre part, celle-ci ait éprouvé dans une proportion décroissante un dépouillement qui en enlève toutes les parties solubles et la ramène à une densité presque nulle ; ce qui permet d'obtenir continuellement des solutions à une densité aréométrique presque égale au jus obtenu par simple expression, et en même temps à ne rejeter la pulpe que dans un état d'épuisement tel qu'elle ne puisse plus communiquer à l'eau de densité appréciable (1).

M. Payen parle aussi dans son *Précis de chimie industrielle* de deux nouveaux procédés d'extraction du jus, l'un de M. Claës, l'autre de M. Tilloy, de Lille. Nous laisserons parler le savant chimiste :

« M. Claës est parvenu à extraire une plus forte proportion de jus, en combinant l'ancien procédé des presses avec le procédé de lévigation employé par M. Boucher. Ce procédé mixte consiste à laver méthodiquement la pulpe, puis à utiliser l'excès d'eau qu'elle retient pour épuiser une autre quantité de pulpe déjà pressée directement.

« Dix rangées horizontales de vases renfermant de la pulpe sont superposées suivant un plan vertical mobile, s'élevant sans cesse par le mouvement de deux chaînes sans fin tendues entre des poulies et reliées par des traverses ou tringles en fer. Les vases dont le fond est formé d'une toile métallique sont ainsi disposés afin que le liquide filtré au travers de l'une des rangées s'écoule dans la rangée inférieure. On comprend que le jus qui sort de la dernière ou dixième rangée de vases puisse être, à un degré près, aussi riche que le jus même, car on fait couler l'eau sur les premiers vases exclusivement, elle passe en descendant sur des pulpes de plus en plus riches, et se charge de plus en plus de matière sucrée. La pulpe des vases de la rangée supérieure, égouttée de l'eau qu'elle vient de recevoir, redescend sur les mêmes chaînes sans fin, contre-balance le poids des vases montants, et, arrivée au bas, est mêlée à la pulpe qui sort des presses hydrauliques, fournit de l'eau à cette pulpe, détermine par endosmose et exosmose les cellules à céder leur suc, et les deux pulpes, aussitôt exprimées sous d'autres presses hydrauliques, donnent une nouvelle quantité de jus n'ayant qu'un degré de moins que le suc normal. Le mélange des deux pulpes convient pour la nourriture des bestiaux, tandis que les pulpes des lévigateurs ordinaires étaient trop aqueuses pour recevoir cette destination.

« M. Tilloy, de Lille, emploie un autre moyen de lévigation. Aussitôt

(1) *Brevets expirés*, tome LXII, page 274.

la pression finie, il plonge un instant les sacs dans l'eau (contenant 1/1000 de tannin) qui se trouve absorbée. Une deuxième pression donne la moitié du jus que recélait la pulpe; les mêmes sacs sont encore plongés dans de l'eau qu'ils absorbent, puis soumis à une dernière pression; le jus aqueux qui en sort sert au lieu d'eau pour tremper d'autres sacs à l'issue d'une première pression. On obtient ainsi :

De la première pression. . . .	0, 70 de jus.
De la deuxième	0, 16
De la troisième	0, 09
En tout pour 100 de betterave	0, 95 de jus. »

Du rapage. — Nous avons dit qu'aussitôt les betteraves nettoyées on les portait au râpage, c'est-à-dire à un appareil ayant pour but de déchirer le tissu cellulaire qui, dans les betteraves, contient le suc liquide. Cette opération s'effectue au moyen de la râpe représentée en C sur les fig. 1 et 2, pl. 4. On sait qu'elle divise les racines en parties aussi menues que possible, car il est reconnu que plus ces particules sont divisées, plus le rendement est grand. Nous avons décrit ces appareils avec détails dans le VI[e] volume de notre Recueil en donnant les systèmes les plus nouveaux de MM. Cambray, Derosne et Cail et Trésel; nous croyons donc ne pas avoir besoin de revenir sur ce sujet.

Du pressage. — A mesure que la betterave se trouve réduite en pulpe par le râpage, elle est ramassée à la pelle par un ouvrier qui l'introduit dans des sacs en toile (1) qu'un autre ouvrier tient constamment ouverts, puis, ainsi enfermée, elle est immédiatement soumise à l'action de la presse. Ces sacs ont ordinairement 35 centimètres de large sur 50 à 60 de longueur. Leurs dimensions sont au reste déterminées par celle du plateau des presses qu'on emploie. Ils sont formés d'une toile forte qui ne doit cependant pas être trop serrée, pour que le jus puisse s'écouler facilement. La quantité de pulpe que l'on y place doit être telle qu'elle n'excède pas, quand elle est étendue, une couche de 5 à 6 centimètres d'épaisseur.

Ici les fabricants diffèrent dans la manière dont ils effectuent cette opération : quelques-uns ont employé une espèce de laminage auquel on a dû renoncer en raison du peu de produits obtenu relativement au nombre de betteraves en traitement (50 p. 0|0 de jus). D'autres, et c'est le plus grand nombre, employèrent les presses hydrauliques, qui tout naturellement paraissent être les instruments dont l'application soit la plus convenable, jusqu'au moment de l'apparition des presses Pecqueur, qui ont eu un grand retentissement, et auxquelles on a néanmoins renoncé. Le système des presses hydrauliques a donc dominé; c'est à peu près le seul qu'on emploie maintenant, mais on y ajoute dans plusieurs fabriques une presse préparatoire portant le nom de *table pivotante à jus;* c'est l'ap-

(1) On se sert maintenant avec avantage de sacs en laine dont le lavage s'opère avec plus de facilité et dont la durée plus longue les rend moins dispendieux.

pareil qui est représenté en D sur le plan général, fig. 1, pl. 4, et en détails sur les fig. 8 et 9, pl. 5.

Il se compose d'une table en fonte à trois ailes, garnies de lateaux *d* pour faciliter l'écoulement du jus. Cette table est montée sur un socle E′ également en fonte, et y est ajustée de manière à pouvoir tourner librement; un axe en fer F′, avec embase, rondelle et clavette, sert à la fois d'axe à tout le mécanisme presseur et d'âme au socle E′, qui se boulonne en outre dans le sol. Les sacs de pulpe, tout ruisselants du jus qui s'échappe par leur poids seul, sont amenés, au moyen d'une claie (1), sur une des ailes de la presse, et quand un ouvrier a étendu avec la main la portion de cette pulpe placée dans le sac, il replie l'ouverture, puis par-dessus ce sac replié il pose une seconde claie, sur celle-ci un nouveau sac, que l'on arrange comme le premier, et ainsi de suite. Quand on a ainsi accumulé une certaine quantité de sacs, ils subissent l'action du plateau G′, que l'on fait descendre à l'aide du pignon *e*, et de la crémaillère *f*, qui lui sert de tige, et qui est guidée par les deux galets *i*. Cette manœuvre s'exécute très-promptement à la main par le volant *g*, et les deux engrenages *h* et *h′*, tandis que d'autres ouvriers préparent sur les ailes adjacentes d'autres sacs à pulpe. Il suffit alors de faire tourner la table d'une certaine quantité pour amener constamment les matières à comprimer sous le plateau, ce qui se fait avec la plus grande célérité. Le jus qui se trouve au centre de la table s'écoule par la gouttière *j*, et se rend dans le grand bac ou réservoir H, dont nous reparlerons plus loin. Tout le système d'engrenages du plateau est fixé à un support mobile *j′*, qu'on peut élever ou baisser à volonté suivant le volume ou la manutention des matières.

M. Trésel, mécanicien à Saint-Quentin, a perfectionné ces sortes d'appareils en établissant ses tables avec quatre ailes, en effectuant la pression par un volant horizontal manœuvré par des poignées, et en faisant monter ou descendre le plateau par une vis verticale. Il a également ajouté une espèce de chevalet à bascule qui permet de claveter chaque table, à tour de rôle, dans une position qui est toujours conforme à celle du plateau. Ses appareils se recommandent par une exécution solide et bien entendue.

Lorsque les sacs de pulpe ont reçu cette première pression, on les porte, par portions d'un certain nombre, aux presses hydrauliques E, dont l'opération est, comme on sait, fort lente, mais très-énergique (2). Ces presses, au nombre de six, sont disposées en demi-cercle autour de la table à jus pour la facilité du transport des sacs, et les jus qui en découlent se rendent

(1) Dans le principe on se servait de claies en osier qui avaient l'inconvénient d'absorber une légère fraction du jus, et de nécessiter des réparations continuelles; on leur a substitué avec avantage des claies en tôle qui ont donné les meilleurs résultats pratiques : rendement, économie, etc. M. Martigny des Roches est le premier qui ait fait cette application.

(2) Nous avons décrit ces presses avec détails en parlant, ve volume, page 120, de la compression des foins par les presses hydrauliques, et, page 347 même volume, des pompes d'injection à mouvement continu, qui y ont été appliquées par M. Dewilde. Nous ferons connaître prochainement le système de M. Leconte, au moyen duquel on peut presser d'une manière continue et éviter entièrement les sacs et les claies.

dans le bac H par la rigole commune *j*. Les pompes d'injection sont représentées en F dans le même atelier. Elles sont commandées par un arbre de couche transversal *k*, figuré seulement sur la coupe (fig. 3, pl. 5), et sur lequel sont montées les poulies de commande *l*, *m* et *n*. Ces dernières transmettent à la fois le mouvement à la râpe par la poulie *l'*, au laveur par celle *m'*, et enfin aux pompes d'injection par la plus grande *n'*.

M. Dorey imagina, en 1837, un système de presses représentant à lui seul tout un procédé d'extraction, puisqu'il est destiné à réunir les avantages de la presse et de la macération sans en éprouver les inconvénients. Le système de l'appareil est basé sur la propriété que possèdent deux liquides de densité différente de pouvoir être superposés l'un à l'autre, et même d'être soumis à une assez forte pression sans que pour cela il s'opère un mélange sensible entre eux.

L'eau remplit parfaitement ce but; la pulpe, dans l'opération, ne subit de tassement que celui occasionné par la filtration du liquide. L'eau, en raison de sa plus grande légèreté, reste toujours au-dessus du jus de la betterave, et en s'interposant entre toutes les parties de la matière râpée, elle en chasse le jus au point de produire 90 et même 92 p. 100 de jus parfaitement pur.

Il ne peut y avoir, dit l'auteur (1), d'eau mélangée avec le jus que lorsqu'on cesse l'opération; alors, pour épuiser la pulpe qui reste dans les cylindres, il est inévitable qu'il passe un peu d'eau; mais comme l'appareil est continu, cet inconvénient ne se présente que lorsqu'on veut suspendre le travail.

La manière de procéder est extrêmement simple, parfaitement manufacturière, et le travail peut s'effectuer avec la plus grande propreté. Pour commencer l'opération, on place un tamis métallique dans une forme cylindrique, mobile sur des coulisses; on emplit cette forme de pulpe râpée jusqu'au bord, puis, au moyen de la manivelle adaptée sur l'axe d'un pignon qui engrène dans une crémaillère, on fait arriver cette forme sous l'un ou l'autre des deux grands cylindres, dont se compose principalement l'appareil; au moyen d'une vis qui traverse le fond du réservoir commun, on fait monter le tamis avec la pulpe jusqu'à ce que celui-ci, arrivé au-dessus de quatre verrous à ressort, y reste soutenu de manière à ne plus redescendre. On baisse alors la vis pour continuer à introduire de nouveaux tamis remplis de pulpe, en ayant soin d'ouvrir les cylindres par en haut, pour que l'air ne s'y trouve pas comprimé.

Lorsque la pulpe est arrivée aux deux tiers des cylindres, on achève de les remplir avec de l'eau que l'on fait écouler par la partie supérieure; mais, il faut préalablement avoir soin de placer un réseau métallique percé au centre, au-dessus du premier tamis, pour éviter une trop grande perturbation qui favoriserait le mélange des deux liquides; cette opération terminée, on ferme hermétiquement le couvercle au moyen d'un levier et d'une vis de pression.

(1) *Brevets expirés*, tome LXIV, page 195.

Cela fait, on continue à introduire des tamis par en bas en les faisant monter jusqu'à ce qu'ils s'appuient sur les verrous. Il est évident que par ce moyen, l'eau, ne trouvant aucune issue, sera obligée de s'introduire dans la pulpe en chassant le jus dont elle prendra la place, et celui-ci, en quittant la pulpe, tombera dans le réservoir pour se rendre de là, par le tuyau placé à l'extrémité inférieure, dans un récipient destiné à le recueillir. Les tamis une fois arrivés au bout du cylindre, il devient indispensable d'en extraire un pour pouvoir en ajouter de nouveau.

Pour cela, on ouvre le couvercle, et comme, par la facilité que rencontre la tige du tamis à se loger dans la cavité réservée au couvercle, la pulpe se trouve comprimée à moitié de son volume, elle forme alors un pain qu'il est très-facile d'enlever sans épanchement; la pulpe, dans cet état, ne contient plus que de l'eau, son jus l'a totalement abandonnée, et elle est devenue sans saveur. On achève de dessécher avec une presse à vis ordinaire.

Avant de refermer le couvercle, et pour que l'eau reste toujours au même niveau dans le cylindre, il faut en remettre une quantité égale à celle qui vient d'être enlevée avec la pulpe. Cette quantité d'eau est très-facile à déterminer; pour cela, il suffit de connaître le poids de la pulpe au moment de son entrée, celui qu'elle conserve au moment de son extraction, et déduire de ce dernier 3 p. 100, calculés sur le poids primitif, valeur en poids de matière solide restée la même.

Exemple :

Pulpe mise sur le tamis.	50 kilog.
Pulpe extraite.	25
Reste. . .	25
A déduire 3 p. 100 sur 50 kilog. pour matière solide.	1.50.
Poids de liquide enlevé avec la pulpe épuisée. . .	23.50.

Ce serait donc 23 kilog. 50 ou 23 litres 1/2 d'eau qu'il faudrait introduire dans le cylindre à chaque extraction de tamis; de cette manière l'eau restera toujours à la même hauteur.

L'eau introduite et le couvercle refermé, on fera arriver un nouveau tamis, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on juge à propos de faire cesser le travail, et, comme l'appareil est double ayant deux cylindres semblables fonctionnant alternativement, il y a production continuelle de jus.

Pour terminer l'opération et achever d'épuiser la pulpe qui reste dans les cylindres, il suffira de faire monter des tamis à vide, jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus de chargés.

Ce mode d'extraction qui paraît très-rationnel n'a pu être suivi en pratique manufacturière, car les difficultés d'évaporation et les frais qu'elle occasionnait durent faire renoncer à son emploi. Déjà, en 1831, on avait

essayé un procédé dans ce genre, mais, en opérant par déplacement, MM. Graar en posèrent le principe, qui consiste à placer une certaine portion de pulpe, sortant de la râpe, dans un cylindre en fonte, de 12 centimètres de diamètre; le fond de ce cylindre vertical est percé de trous; par-dessus ce fond, on place une toile claire, et lorsqu'on y a introduit 50 à 60 centimètres de pulpe en hauteur, on y verse de l'eau en égale quantité; celle-ci, par son poids et son infiltration, chasse le jus de la pulpe; la première portion qui s'écoule a la densité ordinaire du jus de la betterave. Mais pour avoir le volume du jus contenu dans la pulpe employée, il faut ajouter de l'eau, la nouvelle quantité de liquide que l'on obtient se trouve alors beaucoup moins dense; de telle sorte, qu'en définitive, c'est comme si l'on avait mélangé le jus obtenu de la moitié de son poids d'eau.

« On peut conclure de ces essais, dit M. Caillat (1), qu'il ne peut y avoir déplacement complet d'un liquide par un autre sans mélange; qu'il faut d'autant moins de temps et d'eau, que l'on emploie une pression plus considérable; et enfin, qu'il y a une limite pour l'action de ces appareils; cette limite est déterminée par l'écoulement trop rapide du jus, sous une certaine pression, qui ne permet pas son remplacement par un autre liquide. »

M. Hamoir fut le premier qui eut l'idée de soumettre les sacs de pulpe à deux pressions. M. Demesmay employait aussi deux pressions successives; mais il eut l'idée de soumettre la pulpe à l'action de la vapeur entre deux pressions. D'après cela, les sacs étaient placés avec leurs claies dans une sorte de caisse bien close, où l'on faisait arriver de la vapeur à 100 degrés au moins, on laissait les sacs quelques minutes dans cette caisse, puis on les portait sous la presse en mettant deux sacs pour une claie. Trois minutes de séjour dans la boîte à vapeur suffisaient; au delà de ce temps, la pulpe se réduisait en gelée, et lorsqu'elle était ainsi combinée avec l'eau, on ne pouvait en dégager le jus.

Par ce procédé, on a obtenu de 75 à 85 p. 100 de jus.

Sous le titre de *Système de lavage de la pulpe de betteraves sous la presse*, MM. Hallette et Evrard prirent, le 21 juillet 1845, un brevet de quinze ans, consistant également dans l'emploi de la vapeur au pressage, mais en se servant à la fois des deux principes. Ainsi, une première pression est effectuée aux presses hydrauliques, puis les sacs de pulpe recouverts d'une toile imperméable formant une capacité assez spacieuse, sont injectés par la vapeur qui arrive dans cette toile, et reçoivent dans le même moment une pression considérable. Nous n'avons pas connaissance des résultats de cette invention, qui paraît se rattacher d'une manière naturelle aux principes mécaniques et chimiques de l'extraction des jus.

MM. Pruvost, Coudroy et Cᵉ, mécaniciens à Dorignies-lès-Douai, viennent tout récemment, le 13 novembre 1847, de prendre un brevet pour une

(1) Caillat, *Application à l'agriculture des éléments de physique et de chimie, etc.* t. IV, p. 113

Machine destinée à l'extraction du jus de la betterave, qui n'est autre qu'une presse à vapeur fonctionnant aux lieu et place des presses préparatoires, ou tables à jus, que nous avons mentionnées déjà. Dans cet appareil, la pression s'exerce en vertu de la force élastique de la vapeur agissant dans un cylindre en fonte analogue à ceux des machines à vapeur, de sorte que l'opération manuelle est évitée. Les auteurs sont, au reste, très-sobres de détails au sujet de leur invention qui nous paraît une des applications heureuses de l'emploi de la vapeur.

TRAITEMENT DU JUS.

Le jus des betteraves, à l'état où il sort des presses, a une teinte légèrement laiteuse, tirant sur le blanc-jaunâtre, quelquefois sur le blanc-verdâtre, si les racines ne sont pas bien mûres, et d'autres fois sur le blanc-rosé, d'après la couleur des racines employées. Quand il est exposé à l'air, il se colore d'abord en violet-clair, puis cette teinte devient plus foncée, et tourne en suite au brun sale ; et si on l'abandonne plusieurs heures en vases ouverts, il finit par acquérir une consistance glaireuse et filante. Ce jus entre promptement en décomposition surtout à la température de 15 à 18° centigrades (1). M. Decock a proposé dernièrement, pour remédier à cet inconvénient, le tannin en poudre, dont les propriétés sont très-efficaces pour empêcher la fermentation, et dont les inconvénients sont à peu près nuls (2).

De la défécation. — C'est la première opération chimique qui suit l'extraction des jus, elle a pour but de dépouiller le jus de betteraves des substances solides qu'il a entraînées mécaniquement et de quelques matières solubles, étrangères au sucre, qui le disposent à l'altération. Le jus est amené du bac H, aux chaudières de défécation I, par un monte-jus J, fonctionnant par l'action de la vapeur. Ce monte-jus n'est autre chose qu'une capacité en fonte ou en tôle, communiquant par sa partie inférieure avec le réservoir des jus pressés, et par sa partie latérale avec la vapeur des générateurs K. Lorsqu'on veut élever ces jus dans les chaudières de défécation, on fait arriver un filet de vapeur qui se condense presque aussitôt dans le monte-jus, et qui y établitun vide suffisant pour aspirer les jus contenus dans le bac inférieur; une nouvelle introduction de vapeur presse alors sur ces jus et les fait monter et déverser dans l'une ou plusieurs des chaudières de défécation, selon que l'on ouvre un ou plusieurs des robinets *o* régnant sur la conduite principale o^2. Inutile de faire observer que le tube *p*, qui est adapté au monte-jus, pénètre jusque dans le fond de celui-ci de manière à remplir continuellement l'office du siphon.

Nous avons représenté, sur la fig. 10, pl. 5, une chaudière de défécation garnie de sa robinetterie, ce que nous allons en dire fera bien comprendre l'importance de cette première opération.

(1) Caillat, tome IV, page 444.
(2) *Publication industrielle*, VIe vol., page 25.

Cette chaudière se compose d'une première partie cylindrique I, en cuivre rouge, formant bride à sa base, et s'assemblant par cette portion inférieure avec une coupole I' de même métal. Cette capacité forme la chaudière proprement dite où se rendent les jus à déféquer; elle est munie d'un double fond en fonte J', chauffé par la vapeur et traversé par un robinet *p'* dont la disposition est assez particulière. La clé qu'on manœuvre indifféremment du haut ou du bas, par la poignée *q*, est creuse, elle est en outre percée de trois ouvertures étagées à différentes hauteurs et correspondantes aux ouvertures analogues du boisseau. Dans la première position, le liquide peut s'écouler par l'ouverture supérieure, et à chaque demi-quart de tour par chacune des deux autres. Cette disposition permet de ne soutirer que du jus éclairci. On fait ordinairement arriver la vapeur dans le double fond, en ouvrant un robinet qui l'amène d'un générateur par un tube particulier, un autre tube conduit la vapeur condensée aux chaudières, et un troisième robinet, un instant ouvert, permet de laisser sortir l'air afin d'augmenter les points en contact de la vapeur avec le fond de la chaudière, et de porter rapidement la température à 75°.

Depuis ces dernières années on a perfectionné la disposition des deux premiers robinets en les unissant par un même boisseau et une même clé, et en manœuvrant cette dernière au-dessus du plancher *r*. On n'a pas à craindre de cette manière un oubli des ouvriers, oubli qui, d'un côté, peut nuire à la bonne conduite de la défécation, s'il s'agit du robinet à vapeur et qui peut causer des déformations au fond en cuivre, s'il s'applique au robinet de la condensation. On voit sur la fig. 10 en détails, et sur les ensembles (fig. 1, 2 et 5), cette nouvelle disposition; l'ouverture inférieure *s* représente la sortie de l'eau condensée, et celle *s'* l'arrivée de vapeur; la clé *t*, qui établit ou qui ferme la communication, agit de la même manière sur ces deux ouvertures, de sorte que l'arrivée de vapeur ne peut s'effectuer sans que la sortie de l'eau condensée ait lieu au même instant.

M. Nillus, du Hâvre, a proposé, en 1845, une construction différente de ces chaudières à déféquer. Nous en donnons un aperçu sur la fig. 11, pl. 5.

C'est toujours un double fond en cuivre et en fonte I' et J'; seulement celui en cuivre au lieu d'être concave est convexe; les déformations ne sont alors plus à craindre, car la pression s'effectue comme dans une chaudière à vapeur. On aurait pu appréhender, il est vrai, que le poids du liquide ne vînt de l'autre côté produire la même déformation, aussi l'auteur a-t-il ajouté un axe central *u*, claveté par sa base avec la calotte de fonte, et soutenant parfaitement la colonne de liquide. Il n'est rien changé à la robinetterie, si ce n'est que l'écoulement du liquide se fait en L' sur le côté, tandis que l'arrivée et la sortie de vapeur *s'*, *s* s'effectuent par le dessous.

C'est à l'aide de la chaux que l'on obtient le résultat chimique de la défécation. Un trop grand excès de chaux, dit M. Payen (1), rendrait l'éva-

(1) Payen, *Précis de chimie industrielle*, 1849, pag. 408 et suiv.

poration difficile ; la proportion de saccharate de chaux non décomposée par le noir ou l'acide carbonique de l'air, ne peut cristalliser, augmente la mélasse et rend les sucres visqueux.

La quantité de chaux nécessaire varie suivant la nature des betteraves et l'époque de la fabrication. Dans les premiers moments on emploie 3 kilogrammes de chaux environ pour 1000 litres de jus; mais, pendant la durée et à la fin de la campagne, cette quantité peut s'élever à 6, 8 et même 10 pour 1000, les altérations de la betterave ayant augmenté la proportion des acides libres.

Avant de procéder à la défécation, il faut hydrater complétement la chaux ; on y parvient en versant dessus dix fois environ son poids d'eau chaude ou même bouillante; on la passe ensuite sur un tamis métallique en fer, de manière à séparer le sable, quelques autres matières étrangères et les fragments de chaux non carbonatés. Cette préparation importante peut être mieux surveillée si on opère sur de grandes masses; par exemple sur 150 à 200 kilogrammes de chaux représentant environ 50 défécations de chacune 1000 litres de jus ; le dosage devient alors facile, prompt et plus exact, car, pour chaque défécation, il suffit de prendre le degré aréométrique du lait de chaux, en ayant soin de bien agiter la masse au moment d'y plonger l'instrument (1), puis de mesurer le volume représentant la quantité reconnue utile. Si le lait de chaux marque 10°, il en faudra environ 30 litres pour représenter 3 kilogrammes de chaux sèche.

Nous avons dit qu'il fallait porter rapidement, au moyen de la vapeur du double fond, la température à 75° ; c'est alors qu'on ajoute le lait de chaux, en agitant vivement, afin de le bien répartir dans tout le liquide. On laisse la température s'élever jusqu'à l'ébullition, et, au premier signe de bouillonnement, on arrête le chauffage en fermant l'entrée de la vapeur et en faisant pénétrer l'air entre les deux fonds. Si on laissait continuer l'ébullition, le liquide resterait trouble.

On juge que la défécation est bonne quand le liquide est limpide et offre des flocons bien détachés, quand les écumes sont fermes, d'une couleur brun verdâtre, qu'elles se détachent des bords de la chaudière, se fendillent au moment où le bouillon apparaît, et qu'une odeur ammoniacale domine alors dans la vapeur. Lorsque la défécation ne présente pas tous ces caractères, et surtout que la limpidité est incomplète dans le jus, il faut changer les proportions de chaux. On arrive, après quelques tâtonnements, à trouver la dose convenable : c'est celle qui suffit pour opérer une clarification complète. Pour atteindre ce but, il est impossible d'éviter l'emploi d'un excès de chaux, qui s'unit au sucre, et les efforts des fabricants ont depuis longtemps été dirigés vers les moyens de l'enlever ensuite.

Autrefois on employait de l'acide sulfurique pour la défécation. Achard, le premier, avait indiqué ce moyen, qui fut longtemps en usage ; aujour-

(1) La chaux étant très-peu soluble dans l'eau, n'augmente sa densité que pendant qu'elle s'y trouve en suspension.

d'hui on y a renoncé. MM. Crespel avaient apporté une modification à ce procédé : ils employaient moins d'acide, seulement 150 grammes par hectolitre, puis ils le saturaient par la chaux vive. M. Bouché se sert de l'alun et obtient de beaux produits. Néanmoins, par ce procédé, on risque de laisser du sulfate de potasse avec le sucre.

De la défécation dépend la qualité du sucre ; plus on a apporté de soins à cette opération, moins on a de peine à purifier le sucre, moins la mélasse est abondante. C'est donc le point sur lequel les fabricants doivent porter leurs vues et leurs soins.

Après la défécation, le jus pèse 1° à 2° de moins à l'aréomètre. Cette perte de densité est en raison des corps plus ou moins précipitables par la chaux qu'il contient. Ainsi, le jus qui au sortir des presses marquait 6 à 8° à l'aréomètre, ne marque plus que 4 à 6° après la défécation.

Le liquide déféqué s'écoule directement des chaudières dans la coulotte *a'* par un tuyau *v*, qui s'adapte successivement à chaque chaudière, et qu'on voit très-bien représenté sur la fig. 5, pl. 5. La lie ou les écumes sont reçues dans un chariot M, roulant sur un chemin de fer, puis placées dans des sacs et pressées comme la pulpe sous des presses N destinées à cet usage. Ces presses, construites presque complétement en bois, n'offrent rien de particulier.

De la première filtration. — Le jus déféqué subit successivement et alternativement plusieurs fois la concentration et la filtration, l'ordre et le nombre de ces opérations dépendent en grande partie des différents modes employés par les fabricants. La méthode la plus suivie, qui est celle que nous allons examiner, consiste à filtrer après la défécation, puis à concentrer jusqu'à 25 à 27°, à filtrer de nouveau et à cuire.

Nous avons donné sur l'emploi et la construction des filtres, dans la 6e livraison du VIe volume, des détails assez étendus pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y revenir maintenant ; nous rappellerons néanmoins quelques-unes de leurs particularités, autant pour faire voir les différences qui existent entre la première et la deuxième filtration que pour établir l'analogie des filtres en usage dans les fabriques de sucre et les raffineries.

Dès que la défécation est terminée, le liquide clair obtenu passe sur des filtres O chargés de noir animal en grains ayant déjà servi à la filtration définitive des sirops. Cette opération enlève une partie de l'excès de chaux et décolore un peu le jus. Les filtres le plus ordinairement employés sont cylindriques et peuvent contenir de 3 à 4000 kilogrammes de noir ; ils sont en tôle et munis d'un trou d'homme au-dessus du double fond (1). Pour que la filtration soit régulière, et afin d'éviter les fausses voies, on maintient la superficie du noir constamment couverte d'une couche de liquide, en se servant pour l'alimentation de robinets à flotteur *x*. Un tube met en communication le dessous du faux fond avec l'air extérieur, et permet à

(1) Voy. pl. 21, 6e livr. VIe volume *Publication industrielle*.

l'air interposé dans la masse de noir en grains de s'échapper au fur et à mesure que le sirop descend, lorsque la filtration commence. Le liquide filtré est réuni dans un réservoir ou distribué immédiatement dans les chaudières évaporatoires. Sur l'ensemble de sucrerie que nous avons représenté, il s'écoule par un tube *y*, adhérent à la coulotte *z*, dans un réservoir P d'où un monte-jus J^2, en tout semblable à celui qui fait le service des chaudières de défécation, l'élève dans le réservoir supérieur P'. On peut alors l'amener en temps utile dans les chaudières d'évaporation établies sur le même plancher que les filtres.

De la première évaporation. — La première évaporation, qui n'est autre qu'une opération préparatoire, a pour but, tout en concentrant le sirop, de précipiter des sels solubles qui avaient échappé à la première filtration et de les préparer à une seconde filtration.

Achard, que M. Dumas appelle le père de la fabrication du sucre de betterave, avait, dès l'origine, apprécié les difficultés que présentait l'évaporation à feu nu, aussi avait-il essayé le chauffage à vapeur; mais il était tombé dans un inconvénient encore plus grave en n'employant que de la vapeur à basse pression qui ne pouvait élever la température du jus au delà de 70°, il en résultait une évaporation qui durait des heures entières, et qui rendait incristallisable une bonne partie du sucre contenu dans le jus. Ces résultats peu satisfaisants engagèrent les fabricants à opérer directement à feu nu, et les inconvénients de ce mode de chauffage étant compensés par une vitesse plus grande, il donnait des produits plus considérables.

L'emploi de la vapeur à haute pression et la construction d'appareils propres à l'utiliser avantageusement, changea de face le principe d'Achard, en réunissant les avantages d'une température égale, facile à modifier instantanément, à une promptitude d'évaporation supérieure même à celle qu'on peut obtenir à feu nu; car, par l'emploi de la vapeur, on peut multiplier sans risque les surfaces de chauffe.

Il existe deux systèmes bien tranchés de chaudières chauffées à la vapeur : l'un évapore à l'air libre, c'est le plus généralement employé; l'autre produit le même effet à une plus basse température, dans un vide partiel : c'est le système employé dans les grandes exploitations et dans presque toutes les raffineries (1).

Pour faciliter l'évaporation et lui donner la rapidité nécessaire, on fait usage aujourd'hui d'appareils très-différents. Dans le principe, c'étaient les chaudières à grilles perfectionnées par M. Dubrunfant, puis celles de M. Péan, composées d'une espèce de plan incliné cannelé en gradins, et recevant le sirop par sa partie supérieure. D'autres du même auteur avaient un fond garni de lames transversales, avec des ouvertures alternées tantôt à gauche, tantôt à droite, de manière à faire parcourir au sirop un très-

(1) Dumas, *Traité de chimie*, VIe vol., pag. 182.

long espace : ces appareils étaient chauffés par la vapeur. Citons encore l'appareil d'évaporation à air libre, à vapeur forcée et à insufflation d'air chaud, par M. Brame-Chevalier, dont le prix élevé ne compense pas les avantages obtenus; celui de M. Pecqueur, composé d'une chaudière chauffée par plusieurs tubes de 5 à 6 centimètres de diamètre, séparés les uns des autres, prenant tous naissance sur un tuyau général faisant le tour de la chaudière et aboutissant à un second tuyau. La chaudière bascule sur les deux tuyaux d'arrivée et de sortie de vapeur, disposition qui facilite l'écoulement du sirop lorsqu'il est arrivé à un terme convenable (1).

Plusieurs essais de chaudières continues ont été faits, aucun d'eux n'a encore parfaitement réussi.

L'appareil dont on fait maintenant le plus communément usage, est représenté en Q sur les fig. d'ensemble 1, 2 et 4, et en détail sur les fig. 6 et 7, pl. 5. Il se compose d'une capacité cylindrique en cuivre rouge assemblée par sa partie inférieure avec un fond de même métal, surmonté d'un double serpentin H'. La disposition de ce serpentin, maintenu par quatre ponts boulonnés *b'*, présente l'avantage de donner une température égale dans tous les points de la chaudière, car la vapeur qui y arrive par l'un des tuyaux *c'* en accomplissant son trajet jusqu'au centre par une suite de révolutions circulaires, en sort de la même manière par l'autre tuyau c^2, de sorte que la partie la plus froide de l'un est à côté de la partie la plus chaude de l'autre. Cette chaudière est recouverte par un couvercle bombé J^3 formé de deux parties, l'une fixe *d'*, sur laquelle est rivée la cheminée K', qui conduit les vapeurs au dehors de l'usine par la conduite principale L^2, et l'autre d^2 qui s'ouvre à charnière pour les besoins du service. Cette dernière partie est munie d'un regard en verre *e'* par lequel on peut se rendre compte de l'état du jus en traitement.

Le jus déféqué et filtré se rend dans les chaudières par une conduite commune *f'* qu'on met en communication séparément par les robinets *g'*, et comme la vapeur de l'évaporation en se rendant dans les cheminées K' s'y condense toujours sur les parois en forme de gouttelettes ruisselant à la partie inférieure, on a imaginé, pour remédier à la perturbation qu'elles pourraient jeter dans la chaudière en y retombant, d'établir à l'intérieur un tuyau *i'* concentrique et plus petit que le tuyau K', afin de former comme un vase pour purger ces vapeurs; l'eau s'écoule alors par les tuyaux j^2.

(1) M. Pecqueur a construit quelques centaines de ces chaudières. Voici l'opinion de M. Payen à leur égard : « Cette chaudière tubulaire, qui est d'un service très-facile, produit une évaporation des plus rapides. On s'en sert pour les premières évaporations; des chaudières semblables s'appliquent à la cuite des sirops. Lorsque les tubes et le fond sont chargés d'incrustations calcaires, on les nettoie facilement en versant jusqu'à 8 ou 10 centimètres au-dessus du fond, de l'acide chlorhydrique ou sulfurique, étendu à 4 ou 5 degrés. La grille tubulaire pouvant tourner sur le même axe que la chaudière, celle-ci restant en place, on comprend qu'il est facile de mettre tout le fond à découvert, de le frotter avec une brosse rude, aussi bien que le dessous des tubes, afin d'enlever par cette action mécanique les incrustations désagrégées par l'action des acides. »

La vidange des chaudières d'évaporation s'effectue par un gros robinet k' placé à la partie inférieure et conduisant de nouveau les sirops aux filtres à noir, et toujours par l'intermédiaire du monte-jus J^2. Ainsi, la gouttière horizontale l^2 et le tube m^2 amènent les sirops au réservoir R, d'où ils sont extraits pour se rendre d'abord dans celui de R′, contigu au premier P′, puis aux filtres.

De la deuxième filtration. — L'opération complémentaire du filtrage a pour but de retenir à la faveur du noir animal les substances étrangères qui avaient échappé à une première filtration, de séparer la chaux précipitée par l'évaporation, de retenir quelques autres sels, enfin de décolorer le sirop que l'évaporation continue à colorer, ce qui a fait donner aux produits obtenus le nom de *clairce*.

La seconde filtration s'opère sur les mêmes filtres et avec les mêmes précautions que la première; seulement on a soin d'employer du noir neuf qui sert ensuite, comme nous l'avons dit, pour la première filtration.

Le sirop doit donc sortir des filtres clair et limpide; il est prêt alors à éprouver la cuisson et à donner des cristaux d'une belle nuance. Il s'écoule par le tuyau recourbé n^2 pour se rendre dans le réservoir S. L'action du vide l'élève dans la chaudière de cuite.

De la cuite. — Dans le courant des IVe et Ve volumes, nous avons traité longuement des appareils de cuite, opérant dans le vide, aussi bien pour leur application aux betteraves qu'à la canne à sucre; nous n'y revenons aujourd'hui que pour classer cette opération et faire bien comprendre quelle est son utilité.

La chaudière de cuite est ordinairement placée sur le même plancher que les filtres et les chaudières d'évaporation à 25°. Sur nos dessins, elle est représentée en plan fig. 1, pl. 4, et en élévation fig. 4, pl. 5. On peut facilement reconnaître l'appareil de cuite proprement dit T, le condenseur U qui y est adhérent, et dont le nom explique assez l'usage, et la pompe à air V qui extrait justement l'eau fournie par celui-ci. C'est lorsque la cuite est arrivée au terme convenable que le sirop s'écoule par la gouttière p^2 dans les grands vases XX′, et que commence la cristallisation.

De la cristallisation. — On nomme *empli* la pièce de l'usine où s'opère la cristallisation. C'est dans ce lieu que les ouvriers s'occupent à remplir les formes; il doit être entretenu à une douce température, afin que le sirop conserve la fluidité utile à la cristallisation.

A mesure que les cuites arrivent dans les rafraîchissoirs X, on les agite avec une grande spatule pour bien les mélanger. Par ce moyen les cuites fortes corrigent les cuites faibles, et réciproquement. On laisse alors le sirop se refroidir jusqu'à 75° à 60° centigrades. Le fond du rafraîchissoir et les parois se tapissent pendant ce temps d'une couche de petits cristaux qui ont peu de consistance; il y a formation du grain et l'on peut commencer l'empli.

De l'empli et des opérations complémentaires. — L'opération de

l'empli consiste à porter le sirop dans de grandes formes en terre cuite *q'*, en tôle galvanisée ou en cuivre étamé ou peint (1), posées sur leur pointe, et percées à leur partie inférieure d'un trou que l'on bouche avec un tampon de linge mouillé.

« On mettait autrefois, dit M. Payen (2), les formes égoutter sur des pots dans l'ouverture desquels entrait leur pointe. Cette disposition, incommode pour rassembler les sirops et dispendieuse de main-d'œuvre, est remplacée par de larges bancs dans lesquels on engage la pointe des formes. Au-dessous de ces bancs se trouve une gouttière en zinc qui conduit toutes les mélasses provenant de l'égouttage dans des réservoirs spéciaux où l'on peut facilement les reprendre chaque jour pour les recuire, soit directement, soit après les avoir étendues d'eau pour faciliter leur décoloration sur le noir en grains; on les concentre ensuite un peu plus que la première fois, et l'on obtient une cristallisation de sucre du second jet. On peut, en reprenant les sirops égouttés des seconds sucres, obtenir des sucres de troisième jet, dont la cristallisation dure quelquefois trois ou quatre mois. On est souvent forcé, pour extraire la mélasse de ces sucres, afin de pouvoir les expédier ou les refondre dans un raffinage, de les soumettre, enveloppés dans des toiles, à une pression énergique. »

L'extraction des mélasses se fait habituellement dans des ateliers appelés *purgerie*, placés ordinairement dans les greniers. Les formes y sont amenées par des monte-pains ou treuils appropriés à ce genre de travail (3), puis disposées pour l'égouttage dans toute la longueur du bâtiment. (Sur la fig. 2, pl. 4, nous n'avons représenté qu'une partie de ces formes.) Un tuyau en cuivre rouge A^2 conduit les mélasses au grand récipient inférieur B^2, d'où elles subissent, comme nous venons de le voir, un deuxième et même quelquefois un troisième traitement.

On essaie en ce moment chez M. Pérot, à la Villette, un procédé d'extraction des mélasses par le vide, en disposant les formes sur un plancher garni de rondelles en caoutchouc, afin de former joint hermétique, et en aspirant l'air au-dessous de ce plancher. Les mélasses coulent alors beaucoup plus promptement, et l'opération est non-seulement plus active, mais encore mieux réussie.

Cette idée n'est pas neuve, car dans un de leurs brevets de 1845 ayant pour titre : *Système de lits de pains pneumatiques pour la purgation et le clairçage des pains de sucre dans les raffineries et les sucreries*, MM. Derosne et Cail la revendiquent comme leur appartenant depuis 1812. Sous le titre de : *Cristallisoir pneumatique propre à purger le sucre par le vide, soit dans la fabrication, soit dans le raffinage*, MM. Guillaume et Dorey décrivaient

(1) Les diverses formes métalliques exigent un soin beaucoup plus grand et tachent quelquefois les sucres malgré la couche de peinture qui les enduit : les formes en cuivre étamé seraient préférables à toutes les autres si leur prix n'en était trop élevé.

(2) *Précis de chimie industrielle*, page 419.

(3) Voyez *Publication industrielle*, v^e vol., 5e livr.

dès 1840 des procédés qui présentaient en principe une grande analogie avec ceux de MM. Derosne et Cail. Quoi qu'il en soit, le procédé paraît rationnel et n'a plus besoin que la sanction d'une pratique éprouvée.

M. Leroux Duffié, qui déjà avait pris un brevet d'invention de dix ans en 1833, pour ses *Planchers lits de pains en usage dans les raffineries et sucreries*, a cru devoir se faire breveter à nouveau, en 1842, pour le même objet. Son système n'est autre que la disposition que nous avons mentionnée plus haut. Elle est appliquée dans la plupart de nos raffineries et de nos fabriques, et se compose, avons-nous dit, d'un plancher double dont la partie supérieure est percée de trous pour recevoir la pointe des formes; des lames en zinc doublent le fond intérieur du double plancher, qui est incliné en gouttière; les sirops sont ainsi dirigés dans des conduits dont certaines portions sont mobiles, afin qu'on puisse les nettoyer et changer la direction de l'écoulement vers les réservoirs particuliers à chacun d'eux. Les formes se rangent par huit de front sur ces doubles planchers ou coffres, qui sont séparés par un chemin occupant la place d'un rang de formes; celles-ci, rangées sur chacun des coffres entre deux chemins, forment un *lit* dont la longueur varie suivant les emplacements.

Le *clairçage*, qui est la dernière opération de la fabrication, a pour but de débarrasser le sucre de la mélasse interposée dans les cristaux, en la déplaçant par une solution saturée de sucre cristallisable afin qu'elle n'en puisse plus dissoudre. Pour opérer le clairçage, on a soin de gratter la superficie des pains et de les bien égaliser; on verse alors à la fois 3 kilogrammes de la clairce sur chaque forme égouttée, contenant en sucre cristallisé environ 35 kilogrammes. On renouvelle cette addition trois fois en douze heures d'intervalle, et on laisse égoutter pendant trois ou quatre jours. Au bout de ce temps, le sucre est plus sec, plus beau et moins altérable que le sucre brut ordinaire.

M. Trappe, dont le nom a acquis une juste renommée dans l'industrie des sucres, a pris, le 31 mai 1833, un brevet d'invention de dix ans pour *la fabrication perfectionnée du sucre* et reposant principalement sur le clairçage. Voici de quelle manière l'auteur énumère les avantages de son brevet.

« 1° Clairçage, ou blanchiment et purification des sucres en pain, en grain ou cristallisés, au moyen d'un sirop alcoolique quelconque.

« Ce sirop peut être coloré ou incolore, peut contenir de l'eau ou être presque anhydre; ceci ne fait rien au principe qui est l'emploi simultané d'un sirop et de l'alcool, autrement dit d'un sirop alcoolique plus ou moins déflegmé.

« Jusqu'à ce jour, différents essais de clairçage ont été tentés à diverses reprises; tous n'ont pas donné des résultats satisfaisants : le clairçage à l'alcool a été abandonné; le clairçage au sirop pur a été conservé par quelques raffineurs et fabricants de sucre de betterave, mais la combinaison ou l'emploi simultané de ces deux substances n'a pas été mis en pratique.

« 2° Refroidissement de la claircé au moyen d'un réfrigérant pneumatique.

« L'usage de cet appareil est d'empêcher la claire de se colorer et de se détériorer dans les citernes pendant le temps qu'elle y reste déposée (1). »

Nous avons parlé du procédé de M. Bouché qui, de prime abord et sans refonte de pains, obtient des sucres de belle qualité; il nous reste à mentionner le procédé de M. Lecointe, directeur de la fabrique de M. Forbin-Janson, à Villelaure, qui est aussi parvenu à livrer du sucre blanc à la consommation, sans le raffiner.

Le sucre brut, obtenu par les procédés ordinaires est blanchi, dans les grandes formes, au moyen du *terrage* (2). On le *loche* (3), on le pile et on le passe à travers un crible métallique. Aussitôt après, on le met en petites formes qu'on emplit bien serré.

La forme remplie est de suite renversée sur une planche, qui peut contenir de douze à quinze pains de sucre. On porte ces derniers à l'étuve, et le lendemain le sucre a pris assez de consistance pour être manié et mis sur des rayons comme les pains ordinaires provenant du raffinage; trois ou quatre jours après il est bon à livrer à la consommation. Ce procédé présente peut-être une manipulation un peu grande, et la blancheur n'est peut-être qu'apparente; cependant il est, suivant M. Dumas, susceptible de bons résultats, comme l'a prouvé l'expérience.

Après le clairçage, le pain est coupé en deux, les têtes sont mises dans les formes sur des pots, pour achever de s'égoutter et les moitiés sont posées sur leur base afin d'en achever la dessiccation. Aussitôt qu'elles sont bien desséchées, on fait le choix et on égrène le sucre.

Les résidus des premières cristallisations et les clairçages soumis à la *recuite*, puis à l'égouttage, donnent un second produit dont l'égouttage est de nouveau recuit et donne un troisième produit que l'on ne clairce pas et qui se vend comme qualité inférieure. Les *égouts* de ce troisième produit se vendent comme mélasses. Dans quelques fabriques où la cuite est légère il n'est pas rare de voir pousser ces opérations jusqu'à quatre et même cinq produits différents. En général, on doit cesser de soumettre à la recuite quand les égouts marquent 44° de densité à l'aréomètre; ils ne sont plus alors cristallisables (4).

Des générateurs et du moteur. — La vapeur nécessaire soit à l'alimentation de la machine motrice, soit au service des diverses chaudières de défécation, d'évaporation et de concentration, est produite dans quatre générateurs K d'une force totale de 80 chevaux. On voit par la coupe trans-

(1) *Brevets expirés*, tome L, page 61.

(2) On appelle *terrage* l'opération qui consiste à répartir lentement dans le pain, de l'eau qui, se saturant du sucre des fonds, forme un sirop blanc; celui-ci chassant devant lui le sirop coloré rend ainsi incolores les cristaux qui constituent la masse solide du pain. (Payen.)

(3) *Locher*, s'entend pour l'opération qui consiste à secouer légèrement les formes et à laisser retomber à petits coups les bords sur un billot pour en détacher le pain.

(4) *Dictionnaire des arts et manufactures*, page 3449.

versale fig. 5, pl. 5, et par le plan fig. 1re, pl. 4, que ces appareils sont munis chacun de deux bouilleurs r' et des divers appareils de sûreté; une large conduite commune E^2 à robinets r^2, permet d'obtenir à volonté la vapeur nécessaire aux diverses opérations de l'usine. Une conduite spéciale s^2 est affectée au service de la machine à la vapeur. Sur le plan général ces diverses conduites de vapeur, ou retours d'eau, sont indiqués en lignes ponctuées; on voit également par la fig. 5, pl. 5, de quelle manière les eaux de condensation viennent se réunir dans les chaudières supplémentaires a^2 qui servent à l'alimentation des chaudières à vapeur.

La machine à vapeur C^2, qui est placée dans un emplacement particulier, est d'un système fort simple et fonctionne à haute pression et détente (1). Elle commande, comme nous l'avons vu, les diverses râpes et presses, ainsi que les lavoirs à betteraves par un arbre de couche transversal, dont la vitesse est accélérée par le pignon c^2 et l'engrenage d^2. Une poulie e^2, marchant alors avec la vitesse de régime de la machine, transmet le mouvement au système de pompes représenté en D^2, sur le plan général. Ces derniers élèvent l'eau d'un puits G^2 dans un réservoir I^2, placé au-dessus de la chambre de la machine, ce qui permet d'obtenir de l'eau à volonté dans toutes les parties de l'usine en ouvrant simplement des robinets.

RÉSUMÉ DES DIVERSES OPÉRATIONS.

SERVICE DE L'USINE.

Les betteraves amenées dans le magasin sont placées dans le lavoir A, qui reçoit son mouvement de la machine au moyen d'une courroie. Ce lavoir est assez élevé pour qu'au sortir du tambour les betteraves arrivent par un plan incliné sous la main des ouvriers qui desservent la râpe C.

La pulpe mise en sacs est empilée et pressée sur la table à jus D, puis placée sur les plateaux des presses hydrauliques E : ces presses sont rangées en demi-cercle à égale distance de la table à jus.

Le jus recueilli dans un récipient H, est envoyé aux défécations par le monte-jus I, puis, après l'opération, il est recueilli dans les gouttières des filtres. Les écumes sont reçues dans un chariot M, et après avoir été mises dans un égouttoir, sont pressées dans les presses à vis N, assez élevées pour que le jus qui en résulte se rende également dans les filtres.

Au sortir des filtres, le jus est dirigé dans un récipient inférieur P, d'où le monte-jus J^2 l'élève dans celui P', et d'où enfin il est dirigé à volonté dans les chaudières d'évaporation Q. Après l'évaporation et lorsque le jus est amené à l'état de sirop, on le reçoit dans un récipient inférieur R, pour de là, être remonté par le monte-jus J^2, servant à deux fins, dans le réser-

(1) Voir les différents volumes de la *Publication industrielle*, pour les divers genres de moteur à vapeur à haute et basse pression, avec ou sans détente, et avec ou sans condensation.

voir R′, d'où il est de nouveau dirigé sur les filtres. A la dernière filtration, le sirop disposé pour la cuite, est dirigé dans le bac inférieur S, d'où il est aspiré par la chaudière close T, et d'où enfin il est dirigé dans les réchauffoirs XX′ (atelier de l'empli.)

Après avoir été mis dans les formes q', ces dernières sont enlevées par la trappe f^2, d'où elles sont conduites dans la purgerie au moyen d'un chariot. Lorsque le sucre est suffisamment purgé, les formes sont transportées dans l'atelier indiqué en L^3 (fig. 2), d'où elles sont portées dans le magasin aux expéditions par la trappe f^3.

OBSERVATIONS. — La pulpe, après avoir été pressée dans les sacs, est vidée par l'ouverture f^1, sans qu'il y ait communication entre les ateliers.

Les ateliers de purgerie ne sont accessibles qu'aux ouvriers spéciaux chargés de ce genre de travail.

Le reste de l'opération se suit, et les sucres qui doivent être livrés au commerce, sortant par l'extrémité opposée à celle où ils sont entrés en betteraves, sont ainsi placés en dehors de toute atteinte. Des croisées ou portes vitrées, dans tous les murs qui divisent l'atelier, permettent d'exercer la surveillance partout.

RETOURS D'EAU. — Deux récipients a^2, placés sur les générateurs K, reçoivent l'un les retours des défécations, l'autre les retours des évaporations, et la machine à vapeur qui commande deux pompes alimentaires, aspire l'eau condensée dans ces récipients pour la fouler aux générateurs.

Le retour de la chaudière close et des chaudières dites réchauffoirs, se fait également par un des récipients a'.

La fabrique de sucre de betteraves que nous venons d'examiner, est disposée pour opérer sur un chiffre de 500 hectolitres par vingt-quatre heures, ce qui correspond à environ 2,500 kilogrammes de sucre par jour, en estimant le rendement à 5 p. 0/0 seulement.

Nous donnons le devis approximatif des principaux appareils pour bien faire comprendre l'importance particulière de chacun et la valeur mobilière de toute l'usine.

DEVIS DE LA FABRIQUE DE SUCRE INDIGÈNE,

REPRÉSENTÉE SUR LES FIGURES DES PL. 4 ET 5.

	francs.
Machine à vapeur de la force de 12 chevaux, sans chaudière..	9,000
Engrenages, poulies, arbre de couche pour transmission de mouvement aux râpes et pompes de presses et lavoir...........	2,000
Deux pompes à eau, avec engrenages et volant pour élever l'eau dans les réservoirs..................................	3,000
A reporter.....	14,000

	francs.
Report........	14,000
Quatre générateurs de vapeur, pesant environ 6,500 k. chaque, munis de leurs soupapes de sûreté flotteurs..................	24,200
Portes de fourneaux, barreaux, registres, chaque 362 fr., les quatre..	1,448
Quatre robinets à soupape en fonte et cuivre pour prise de vapeur, avec tuyaux de communication en fonte..............	600
Quatre robinets d'alimentation en cuivre, avec plongeurs et tuyaux de communication.................................	400
Deux retours d'eau pour recevoir les retours des défécations et évaporations, avec robinets............................	1,000
Lavoir et claire-voie pour conduire les betteraves à la râpe...	800
Râpe à quatre poussoirs, sur bâtis en fonte et bac à pulpe, en fonte..	2,000
Tambour de rechange, garni de lames.....................	800
Table pivotante, avec cric pour presser les sacs à pulpe.......	1,500
Six presses hydrauliques en fonte, à 2,500 fr. l'une..........	15,000
Système de pompes à colonnes et engrenages pour le service de six presses...	6,000
Quatre chaudières à déféquer, dont le fond en cuivre de la contenance de 10 hectolitres, munies de leur robinet de vidange et prise de vapeur.....................................	8,000
Six filtres en tôle, avec deux grilles, robinet de vidange et d'alimentation à flotteur, à 850 fr..............................	5,100
Quatre chaudières d'évaporation à serpentin, avec couvercle et robinet de vidange, à 1,500 fr............................	6,000
Trois presses à écumes, à 500 fr........................	1,500
Un chariot à écumes, muni de son robinet et grille.........	150
Un appareil de cuite dans le vide, avec pompe à air et condenseur..	15,000
Deux chaudières-réchauffoirs en cuivre, avec double fond en tôle..	2,400
Deux monte-jus pour la défécation et filtrage..............	1,200
Conduite de vapeur et retours, avec robinets pour le service de tous les appareils....................................	3,500
Trois réservoirs à jus en bois, doublé de cuivre.............	450
Tuyaux de chauffage à vapeur pour les purgeries...........	4,000
Tuyaux pour conduire la vapeur provenant des chaudières à évaporer (cuivre)......................................	600
TOTAL............	115,648

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES 4 ET 5.

Pl. 4. Fig. 1. Plan général de l'usine, garnie de tous les appareils de fabrication.

Fig. 2. Coupe verticale faite suivant la ligne 1-2, de manière à faire voir les diverses machines, chaudières et filtres en élévation et l'usine même en coupe.

Pl. 5. Fig. 3. Coupe transversale et verticale faite suivant l'axe de la machine à vapeur ou la ligne 3-4 du plan. Cette figure fait bien voir la transmission de mouvement principal.

Fig. 4. Deuxième coupe transversale suivant la ligne 5-6, ou par l'axe des chaudières de cuite et d'évaporation.

Fig. 5. Troisième coupe transversale faite suivant la ligne 7-8, et montrant la disposition de l'escalier des défécations, des chaudières de défécation même et de leur tuyauterie, des filtres, réservoirs, presses et chariot à écumes, monte-jus, retours d'eau, chaudières à vapeur, etc.

Ces diverses figures sont dessinées à l'échelle de 1/150e, c'est-à-dire 0^{m}0066 pour mètre.

Fig. 6 et 7. Détails des chaudières d'évaporation.

Fig. 8 et 9. Détails de la table pivotante à trois ailes.

Fig. 10 et 11. Détails de diverses chaudières de défécation.

Ces six dernières figures sont dessinées à l'échelle de 1/33e, c'est-à-dire de 0^{m}030 pour mètre.

A Lavoir à betteraves.

B Plan incliné qui amène les betteraves lavées aux râpes.

a Caisse remplie d'eau dans laquelle trempe le laveur.

b Châssis en bois de la dite.

c Trémie pour l'introduction des betteraves.

C Râpe mécanique à quatre poussoirs.

D Table pivotante à jus, servant pour la première pression.

d Lateaux en fonte pour l'écoulement du jus.

E' Socle en fonte de la table à jus D.

F' Axe en fer portant le système presseur.

G' Plateau presseur mis en mouvement par une tige à crémaillère *f*.

e Pignon de commande de cette crémaillère.

i Galets-guides de la dite.

f Crémaillère dentée.

g Volant à manivelle pour donner le mouvement au plateau G'.

h h' Engrenages retardateurs de vitesse.

j Gouttière par où s'échappe le jus.

H Grand bac en fonte servant à le recevoir.

j' Support mobile de la commande du plateau G'.

E Presses hydrauliques pour la deuxième et quelquefois la troisième pression.

F Pompes d'injection.

k Arbre de couche de commande, recevant un mouvement accéléré du moteur de l'usine.

l m n Diverses poulies de commande montées sur le dit arbre de couche.

l' Poulie en fonte appartenant à la râpe C et lui transmettant le mouvement qu'elle reçoit de la poulie *l*.

m' et *n'* Poulies du laveur et des pompes d'injection.

I Chaudières de défécation chauffées par la vapeur.

J Monte-jus en fonte desservant ces dernières.

K Générateurs à vapeur alimentant les monte-jus par des tuyaux figurés en ponctué sur le plan général, fig. 1re.

o Robinets de service des chaudières de défécation s'embranchant sur la con-

orizontale o^2 venant du monte-

ite principale des jus aux chaudde défécation.

plongeant dans le monte-jus lonner le jus à la conduite o^2.

cylindrique des chaudières de tion.

e fond en fonte.

et d'écoulement des jus défé-

manœuvre placée à l'extérieur.

er des chaudières de déféca-

et robinet de sortie de l'eau ssée.

et robinet d'arrivée de la va-

ique pour la manœuvre de ces robinets.

entral des chaudières à défé- le M. Nillus.

et de vidange des mêmes chau-

tte des chaudières de déféca-

mobile et incliné conduisant uides des chaudières à cette te.

ot pour le transport des écumes.

s à écumes destinées aux rési- la défécation.

s à noir employés pour la cla- ion et la décoloration.

ets à flotteur pour maintenir nt le niveau des liquides à fil-

e et coulotte conduisant les jus au réservoir inférieur P.

d monte-jus pour le service des et des chaudières d'évaporation.

rvoir supérieur des liquides fil-

lières d'évaporation à air libre.

ntin double placé dans le fond chaudières.

qui maintiennent l'écartement bes.

c' Tuyau d'arrivée de vapeur au serpentin.

c^2 Tuyau de sortie de la dite.

J^3 Couvercle à charnière recouvrant les chaudières d'évaporation.

d' Partie fixe de ce couvercle.

K' Cheminée particulière à chaque chaudière et conduisant les vapeurs dans la conduite principale L^2.

L^2 Conduite verticale pour l'échappement des vapeurs au dehors de l'usine.

d^2 Partie mobile du couvercle des chaudières.

e' Regard en verre pour suivre du dehors l'opération de l'évaporation.

f' Conduite commune des jus filtrés aux chaudières.

g' Robinets particuliers à chacune d'elles.

i' Tube concentrique aux cheminées K', et empêchant l'eau de condensation de retomber dans les chaudières.

j^2 Tuyau d'écoulement des eaux de condensation.

k' Robinets de vidange des chaudières d'évaporation.

l^2, m^2 Gouttière et tube amenant les sirops ayant subi la première évaporation au réservoir R.

R Réservoir inférieur d'où les sirops extraits par le monte-jus J^2 sont distribués dans le réservoir intermédiaire R'.

n^2 Conduite des sirops amenant ceux-ci des filtres au réservoir S, d'où ils se rendent définitivement aux chaudières de cuite.

T Appareil de cuite dans le vide.

U Condenseur dépendant de cet appareil.

V Pompe à air servant à l'extraction des eaux condensées.

p^2 Gouttière amenant les sirops concentrés dans l'atelier de l'empli.

XX' Bassines ou rafraîchissoirs pour la cristallisation.

q' Formes recevant les sirops à leur sortie des bassines X.

A^2 Conduite verticale métallique des mélasses au récipient B^2.

B^2 Récipient ou réservoir inférieur.

r' Bouilleurs des chaudières à vapeur.

E^2 Prise générale de vapeur communiquant avec les quatre chaudières.

r^2 Robinets, fixés sur cette conduite principale.

s^2 Conduite particulière à la machine à vapeur.

a^2 Retours d'eau ou chaudières recevant les produits de la condensation pour servir à alimenter les générateurs.

C^2 Machine à vapeur; l'atelier de purgerie est chauffé par l'échappement de cette machine au moyen des tuyaux C^3.

b^2 c^2 Engrenages accélérateurs de l'arbre de couche principal *k*.

e^2 Poulie de commande du système de pompes à eau.

D^2 Mécanisme des pompes à eau.

G^2 Puits d'où elle est extraite.

I^2 Réservoir où elle est refoulée.

j^2 Trappe de la purgerie.

L^3 Atelier d'où les formes sont envoyées au magasin d'expéditions.

f^3 Trappe ou trou conduisant les formes au rez-de-chaussée.

f^4 Ouverture pour le versement de la pulpe au magasin à betteraves.

COMPTE DE FABRICATION. PRIX DE REVIENT ET PRIX DE VENTE.

Dans le but de présenter, en résumé, l'état actuel des deux grandes industries qui produisent le sucre, nous indiquerons, d'après M. Payen, les prix de revient du sucre brut et raffiné en France et aux colonies.

Compte de fabrication du sucre extrait des betteraves dans les bonnes conditions de culture, d'assolement et de combustible.

Betteraves, 5,000,000 kilog. (déduction faite de la valeur des têtes et feuilles) à 13 fr. les 100 kil.		65,000 fr.
Main-d'œuvre, 14,000 journées (hommes, femmes, enfants)		21,000
Houille, 12,000 hectolitres à 1 fr. 50 c.		18,000
Chaux, noir animal (charbon d'os)		12,000
Intérêts	Ustensiles, 150,000 fr. à 10 pour 100	15,000
	Fonds de roulement, 50,000 fr. à 5 pour 100	2,500
Loyer, réparations, frais généraux (direction, bureaux, accidents)		24,750
		158,250
Valeur des résidus de fabrication à déduire	Mélasse, 60,000k à 18 fr. les 100k = 10,800 fr. Écumes, résidus de noir = 2,325 Pulpe, 1,125,000k à 9 fr. les 1,000k = 10,125	23,250
Produit, 300,000 kil. de sucre coûtant 135,000 fr. : 100 kil. coûtent 45 fr.		135,000 fr.
Compte de vente, 100k dans la fabrique reviennent à	45 fr. » c.	109 fr. 50 c.
Transports, magasinage, tares, escomptes, etc.	15 fr. » c.	
Droits	49 fr. 50 c.	
Prix de vente		120 fr. » c.
Par 100 kil. le bénéfice est de		10 fr. 50 c.
Bénéfice en une campagne de 100 jours de fabrication = 3,000 quintaux à 10 fr. 50 c.		= 31,500 fr.

Lorsque la baisse des sucres bruts fait descendre le cours à 110 fr. 50 c., il ne reste plus de bénéfice ; mais si le fabricant prépare directement le sucre en pains à l'aide de clairçages méthodiques, ses frais ne sont guère accrus, ou du moins sont compensés en grande partie par la diminution des frais de transports, magasinage, bonifications de tare, déchets ou coulage, et alors la différence des prix de vente au prix de revient laisse un bénéfice plus large, moins incertain. En effet, au lieu de 100 kilogr. de beau sucre brut, on obtient :

80 kil. de sucre en pains vendu net, à 1 fr. 60 c.....	128 fr. » c.	141 fr. 25 c.
11 kil. de vergeoises à 1=11 fr. plus 9 kil. de mélasse à 25 c. = 2,25 .... =	13 fr. 25 c.	
Différence compensée sur les frais et les droits..................		10 fr. » c.
		131 fr. 25 c.

Le bénéfice net plus que doublé s'élève à 131,25 — 109,50 = 21,75.

La fabrication coloniale se trouve aujourd'hui dans une position à peu près semblable ; voici en moyenne son compte de revient :

Capital.	150 hectares (cannes et plantes alimentaires).................	200,000 fr.	440,000 fr.; dont les intérêts.......... 22,000 fr.
	150 esclaves à 1,100 fr. (1)..	165,000	
	Constructions et valeur des animaux...............	75,000	
	Frais annuels..		24,300
			46,300 fr.

Produits. Sucre, 120,000 kil. à 35 fr., 42,000 fr., plus mélasse et rhum, 4,300 fr.. = 46,300 fr.

On voit que le prix de revient sans bénéfice est, aux colonies, de 35 fr. les 100 kilogrammes.

Il représente à peu près le prix de vente en France : car les frais par 100 kilogr. s'élèvent pour les transports et déchets à 18 fr.; les tares, escomptes, commissions, etc., à 13 fr.; pour les droits d'entrée à 49 fr. 50 c. : en tout à 80 fr. 50 c. ajoutés au prix de revient 35 fr. = 115 fr. 50. Le sucre brut des colonies fabriqué par les procédés anciens revient donc, rendu en France, à 115 fr. 50 c., c'est-à-dire à peu près au prix de vente des cours moyens : ainsi il ne reste aucun bénéfice au fabricant, et la diminution des prix commerciaux le constitue en perte.

L'introduction des nouveaux procédés que nous avons décrits pour l'extraction du jus, la filtration sur le noir animal, l'évaporation dans le vide ou dans les chaudières tubulaires paraît donc indispensable au maintien de cette industrie. A l'aide de ces améliorations les sucreries coloniales ont déjà réalisé des bénéfices que l'on peut évaluer ainsi :

Au lieu de 100 kil. coûtant 35 fr. on obtient 140 kil. revenant à 40 fr.

D'où l'on voit que 100 kil. ne coûtent plus sur l'habitation que.................................	25 fr. 00 c.	104 fr. 50 c.
Les transports et déchets.....................	17 »	
Frais de commission, magasinage, tares, escomptes, 13 fr.; plus, droits, 49 fr. 50 c. =	62 50	
Prix de vente des beaux sucres bruts......................		115 »
Bénéfice net...................................		10 fr. 50 c.

(1). Le prix de la main-d'œuvre augmentera par suite de l'affranchissement.

Ou, pour une fabrication annuelle de 1,680 quintaux, le bénéfice total est de 17,640 fr.

Les cours commerciaux pouvant s'abaisser encore par suite de la concurrence, il conviendrait de diminuer les frais généraux en centralisant dans de grandes usines capables de traiter les produits des cultures de plusieurs habitations et d'obtenir annuellement 1 à 2 millions de sucre. La production immédiate des sucres blancs en pains ou en poudre consommables directement mettrait l'industrie coloniale dans une position meilleure encore.

On pourrait redouter la concurrence des Indes Orientales où le sucre revient de 9 fr. à 22 fr. les 100 kilogr. suivant les localités ; mais les progrès de la civilisation changeront peu à peu les conditions d'économie dans ces contrées, et la main-d'œuvre y augmentera à mesure que les hommes, quittant l'état sauvage, s'habituant aux jouissances de la vie européenne et se créant ainsi de nouveaux besoins, ne pourront plus se contenter d'un salaire équivalent à 15 ou 20 centimes par jour.

Nous donnons aussi, d'après M. Lequime, fabricant de sucre dans le département du Nord, un relevé de main-d'œuvre d'une fabrique, ainsi que l'état d'une journée de travail dans une raffinerie. Ces chiffres feront parfaitement comprendre les résultats définitifs des dépenses, considérées seulement quant à la rétribution du travail ou à la main-d'œuvre proprement dite.

Relevé de la main-d'œuvre d'une fabrique ayant produit 289,214 *kil. sucre brut*, — 100,000 *kilog. mélasses*, — 1,070,000 *kilog. pulpe.*

Main-d'œuvre de 5,270,000 kilog. de betteraves, provenant de 115 hectares de terre et comprenant les labours, la semaille, les sarclages, l'arrachage, la mise en silos, la sortie des silos, la rentrée, l'écrépage, la pesée, et généralement toute la main-d'œuvre jusqu'à la râpe.................................. 79,336 fr. 50 c.

Main-d'œuvre de la sucrerie.................................. 12,712 95

A ajouter :

30,000 kilog. noir animal......................	7,500 fr.	
15,000 kilog. charbon..........................	22,500	
Toiles, sacs à pulpes et autres..................	4,421	
Huile et suif..................................	1,686	
Réparations diverses..........................	6,000	
Total....................	42,167 fr.	
Dont à déduire pour valeur autre que main-d'œuvre, 20 pour 100..............................	8,433 fr.	
Reste en main-d'œuvre......................		33,734 fr. 00 c.

Total de la main-d'œuvre relative à la production de 289,214 kilog. de sucre brut.................................. 125,743 fr. 45 c.

Soit 43,491 fr. 48 c. pour 100,000 kilog., ou près de 43 fr. 50 c. par 100 kilogr.

Nous venons de donner un devis de la main-d'œuvre dans une fabrique de sucre brut ; nous allons maintenant présenter l'état des salaires dans une fabrique de

raffinerie, et nous garantissons nos chiffres, qui sont extraits de nos livres de fabrication.

Nous commencerons seulement notre relevé à la râpe, parce que la main-d'œuvre appliquée à la betterave est à peu près la même partout, quoiqu'il y ait plusieurs manières de grouper les chiffres, et parce que nous ne voulons pas faire de confusion avec ceux que nous avons rapportés plus haut.

Etat d'une journée de main-d'œuvre dans une fabrique raffinerie qui râpe 45,000 kilog. de betteraves et produit 1,600 kilog. de sucre raffiné par 24 heures.

1 Contre-maître de fabrique gagnant	3 fr.	» c.
Atelier de la râpe.		
7 Hommes, gagnant ensemble	10	25
13 Gamins, id.	10	90
2 Femmes, id.	1	90
Défécation et écumes.		
4 Hommes, gagnant ensemble	6	»
1 Gamin, id.	1	»
Clarification et filtration.		
6 Hommes, gagnant ensemble	9	25
Évaporation et cuite.		
2 Hommes, gagnant ensemble	4	»
Empli.		
3 Hommes, gagnant ensemble	4	50
Épuration des sucres.		
5 Hommes, gagnant ensemble	7	50
2 Gamins, id.	2	25
2 Femmes, id.	1	90
Greniers.		
2 Hommes, gagnant ensemble	3	50
5 Femmes, id.	4	50
Générateurs.		
2 Hommes, gagnant ensemble	3	50
Salaires de 57 ouvriers pendant 12 heures	73 fr.	95 c.
Soit pour 114 ouvriers, puisque le prix de revient est établi par 24 heures	147	90

Report..................	147 fr.	90 c.
A ajouter :		
(Travail de jour seulement.)		
4 Hommes (forge, charronnage et menuiserie).......	9	50
10 Hommes (atelier de révivification du noir).........	15	»
1 Homme (lampiste)............................	1	»
1 Homme (portier)..............................	2	»
1 Homme (teneur de livres)......................	5	»
3 Femmes (couturières)..........................	2	70
Total des salaires de 134 ouvriers ou employés pour 24 heures....................................	182 fr.	10 c.

Ainsi, la main-d'œuvre payée journellement, pour la fabrication et le raffinage seulement, coûte, abstraction faite de la main-d'œuvre de la betterave et des objets accessoires, 11 fr. 43 c. par 100 kilog.

Le *Moniteur* donne le tableau de la production et de la consommation du sucre indigène depuis le commencement de la campagne 1848-49, présentant la situation des fabriques à la fin du mois de janvier 1849.

Le résultat, quant au nombre des fabriques en activité, est le même qu'à la fin de décembre, 283, c'est-à-dire 25 de moins qu'à la même époque de l'année dernière.

La quantité de sucre fabriquée s'élève aujourd'hui à 31 millions 531,006 kilogr.; elle était l'année dernière de 43 millions 859,480, c'est une diminution de 12 millions 328,474 kilogr.

Au montant de la fabrication, il faut ajouter la reprise du commencement de la campagne, qui était considérable, 19 millions 116,719 kilogr., en sorte que le total des charges et entrées était, au 31 janvier, de 60 millions 116,517 kilogr.

La mise en consommation s'élève à 23 millions 857,555 kilogr.; les décharges et expéditions aux entrepôts réels à 9 millions 100,991, de telle sorte que le restant à la fin du mois est de 25 millions 823,026 kilogr.

Il n'était l'année dernière que de 23 millions 691,350, quoique la fabrication eût été plus considérable; mais la reprise en charge de la campagne précédente avait été de 17 millions 331,771 kilogr. de moins qu'au commencement de 1848-49.

L'opinion générale, basée sur l'affranchissement des noirs aux Colonies, fait présumer que la fabrication indigène recevra prochainement une impulsion extraordinaire. La hausse qui s'est manifestée tout dernièrement semble donner crédit à cette opinion.

TABLEAU

DU NOMBRE DE FABRIQUES DE SUCRE DE BETTERAVE EXISTANT DANS LES ÉTATS DE L'UNION DOUANIÈRE, ET DES QUANTITÉS DE BETTERAVES CONVERTIES EN SUCRE.

ÉTATS DE L'UNION DOUANIÈRE.	NOMBRE DE FABRIQUES.				QUANTITÉS DE BETTERAVES EMPLOYÉES.				
	1836	1838	1841	1845	1841-42	1842-43	1843-44	1844-45	1845-46
					quint. (1)	quint.	quint.	quint.	quint.
I. Prusse. — 1° Prusse orientale...........	»	2	1	2	10,554	11,443	16,652	10,224	12,393
2° Prusse occidentale...	»	4	3	»	20,378	33,882	36,727	1,262	»
3° Province de Posen...	»	7	5	7	71,302	57,581	96,787	96,638	101,421
4° Poméranie..........	»	10	6	5	113,873	108,392	120,637	104,053	94,298
5° Silésie..............	2	16	21	16	537,526	241,808	626,911	619,011	604,247
6° Brandebourg.........	2	11	4	3	228,883	64,836	145.876	145,992	131,550
7° Province de Saxe y compris le duché d'Anhalt..........	11	43	48	37	2,460,040	1,397,421	2,529,546	2,224,136	2,656,531
8° Westphalie..........	1	2	3	4	265,639	108,871	190,821	162,331	266,345
9° Prusse rhénane......	1	10	8	3	109,717	52,278	57,402	32,526	2,477
ENSEMBLE....	17	105	99	77	3,777,912	2,076,512	3,821,329	3,396,173	3,869,262
II. Grand-duché de Bade.	»	9	8	2	607,741	101,776	218,494	244,466	316,968
III. Royaume de Wurtemberg.	1	4	2	2	209,176	122,834	81,700	55,863	59,521
IV. Duché de Brunswick.	»	»	»	2	»	54,680	51,807	55,715	65,707
V. Royaume de Bavière..	1	17	11	8	194,711	74,796	70,540	62,858	52,621
VI. États de Thuringe...	»	5	4	2	63,341	34,537	43,001	30,741	36,127
VII. Hesse électorale....	»	7	4	2	41,679	26,198	23,914	23,648	25,375
VIII. Royaume de Saxe..	1	5	2	1	42,578	»	25,605	24,426	20,887
IX. Grand-duché de Hesse	1	4	4	»	120,098	»	»	»	»
X. Duché de Nassau.....	»	2	2	»	7,052	»	»	»	»
TOTAUX.......	21	158	136	96	5,064,288	2,491,653	4,336,390	3,893,860	4,446,468

(1) La livre de Prusse = 467 gr. ; par conséquent, 1 quintal ou 100 livres = 46 kil. 700 gr.

Les chiffres indiqués dans le tableau précédent donnent lieu aux observations suivantes :

1° La quantité de betteraves employées dans la province de Saxe est à

celle fabriquée dans les autres parties de la monarchie prussienne comme 2 : 3 ; elle forme, par conséquent, les deux tiers de ces dernières.

2° En comparant les chiffres de la province de Saxe avec la production de tous les autres États du Zollverein, on trouvera que, dans la campagne de 1841-1842, cette proportion était comme 1 à 2 ; mais que, plus tard, elle est descendue de 1 à 1,78, 1 à 1,71, 1 à 1,75, 1 à 1,52.

3° La Silésie emploie environ le sixième des betteraves converties en sucre dans toute l'étendue de la monarchie prussienne, ou le quart de celles consommées dans la province de Saxe ; aussi cette industrie a-t-elle fait des progrès en Silésie, quoique dans une proportion inférieure de celle de la province de Saxe.

4° Dans le Brandebourg, la quantité de betteraves travaillées est descendue de 229,000 quintaux, qu'elle était pendant la campagne de 1841-1842, à 131,000 dans celle de 1845-1846 ; tandis que, dans la province de Posen, le résultat a été inverse : 71,000 pendant la première époque et 101,000 pendant la seconde.

5° La production est insignifiante dans la Prusse orientale ; elle a décru en Poméranie.

6° La fabrication a entièrement cessé dans la Prusse occidentale et en Westphalie ; elle est près de s'éteindre dans la Prusse rhénane

7° Après la Prusse, c'est le pays de Bade qui offre la production la plus importante.

8° En 1845, 77 fabriques de sucre de betterave étaient en activité en Prusse, et chacune d'elles travaillait 50,250 quintaux ; dans la même année, les 19 fabriques des autres États du Zollverein ne consommaient chacune que 30,367 quintaux.

9° Le rendement étant ordinairement de 5 p. 100 de sucre brut, il en résulte que le produit total de la campagne de 1845-1846 a été de 222,323 quintaux ; mais, comme dans certains pays la culture des betteraves est très-avancée et que les méthodes de fabrication ont été perfectionnées, on peut établir que le rendement est de 6 et demi p. 100, ce qui donnerait 289,020 quintaux ou 13,500,000 kilogr. (1).

On vient de faire l'essai chez M. Lenglart, fabricant de sucre à Fives, d'un appareil qui paraît destiné à opérer une modification importante dans l'économie générale de la fabrication indigène. Nous voulons parler de l'application de la force centrifuge à l'extraction des mélasses et à l'épuration. Nous en rendrons compte prochainement si les essais deviennent manufacturiers.

(1) Le nombre des fabriques de sucre existant en France, en 1847, était de 367, et leur production de 50 millions de kilogrammes de sucre environ ; c'est près de quatre fois plus que ce qui se fabrique en Allemagne, non compris l'empire d'Autriche.

GRUE DE TRANSBORDEMENT

DES CAISSES DE DILIGENCE

SUR LES WAGONS DES CHEMINS DE FER,

Inventée par **M. ARNOUX**,

Et perfectionnée par **M. DESGRANGES**, Ingénieur

(CHEMIN DE FER DE ROUEN.)

(PLANCHE 6.)

Lors de l'ouverture du chemin de fer d'Orléans, on a pu remarquer un appareil destiné à transborder les diligences, arrivant des deux grands établissements centraux avec leurs voyageurs et leurs bagages, sur un wagon plat ou *truck*, avec lequel elles passent sur les voies de service pour prendre rang derrière la locomotive. Cet appareil, dont l'utilité fut appréciée dès son apparition, est de l'invention de M. Arnoux; il était composé d'un chariot mobile sur deux rails faisant partie d'un plancher en charpente élevé à une vingtaine de mètres du sol. On venait suspendre à ce chariot la caisse de la diligence, qu'on soulevait à cet effet de quelques décimètres; puis le tout ainsi agencé, roulait sur les deux rails supérieurs de manière à venir déposer la diligence sur le train de la voie ferrée. A chaque opération les hommes de service étaient obligés de monter sur la plate-forme pour faire subir à la voiture les deux mouvements de soulèvement et de translation, ce qui arrivait aussi bien, quand les diligences passaient de leur train respectif sur celui des chemins de fer, ou quand elles étaient transbordées de celui-ci sur ce même train.

M. Desgranges, ingénieur au chemin de fer de Rouen, et depuis peu à celui de Boulogne, a voulu s'abstenir de cette obligation en construisant des appareils reposant exactement sur le même principe, mais perfectionnés en ce sens que tout le mécanisme du treuil est fixé à la partie inférieure d'où il se manœuvre directement du sol. Cette disposition, qui modifie le chariot dans certaines conditions, est peut-être plus compli-

quée, puisqu'elle exige deux doubles treuils au lieu d'un, mais la facilité de la manœuvre et la stabilité du mécanisme rendent des services trop réels pour que ces perfectionnements ne soient pas regardés comme très-importants dans le service des chemins de fer.

Il suffira d'ailleurs de comparer les deux appareils par leur description pour reconnaître en quoi ils diffèrent. Aussi, avons-nous cru devoir donner l'une et l'autre.

Treuil mobile de M. Arnoux. — Deux voies sont sous l'appareil : l'une ordinaire pavée, l'autre ayant des rails en fer; les voitures, attelées de chevaux, sont amenées à la gare et placées sous l'appareil, en suivant la voie ordinaire, puis on dételle; alors la partie de la voiture formant la caisse contenant les voyageurs et chargée de ses bagages, est détachée du train qui l'a amenée, et est ensuite enlevée, au moyen du treuil qui la transporte, jusqu'au-dessus de la voie de fer où l'attend un wagon sans caisse. Puis elle est descendue sur ce wagon et fixée solidement par des clavettes à ressort; c'est alors que, devenue wagon complet, chargé de ses voyageurs, elle peut immédiatement suivre la nouvelle voie sur laquelle elle est placée.

Dans cet appareil, le treuil est placé sur une plate-forme en bois élevée, supportée par quatre poteaux montants, également en bois, qui reposent sur des dés en pierre. Les quatre longrines, ou charpentes horizontales, formant l'assemblage, reçoivent les deux rails du petit chemin de fer nécessaire à la translation du chariot mobile. Les poteaux ou charpentes verticales, sont reliés aux longrines au moyen de consoles en fonte, boulonnées deux à deux.

Le treuil ou chariot proprement dit est monté par ses bâtis sur un châssis en bois supporté par quatre roues; ces bâtis supportent le système des engrenages. Les hommes placés sur le chariot mobile agissent sur les manivelles dont l'arbre reçoit un premier pignon, qui donne le mouvement à une roue fixée avec un second pignon sur un arbre intermédiaire, commandant la grande roue de translation.

Aux extrémités de cet arbre, sont montées deux poulies en fonte sur lesquelles s'enroulent des chaînes de Galle, portant des tiges de fer munies de clavettes; c'est au moyen de ces tiges qui passent dans des équerres, fixées au panneau de la diligence, qu'elle est maintenue suspendue pendant le temps de translation de la voie pavée sur celle de fer.

Cette translation s'opère par une combinaison de mouvement faisant mouvoir un pignon horizontal, engagé dans les maillons d'une autre chaîne de Galle tendue aux deux extrémités de la plate-forme. On comprend que le pignon est forcé de suivre la chaîne qui fait l'office de crémaillère, et comme son axe tourne prisonnier dans un support boulonné au chariot, celui-ci est entraîné ainsi que la diligence qui y est suspendue.

La descente de la diligence sur le wagon de transport qui l'attend sur la voie du chemin de fer, s'exécute ensuite à l'aide d'un frein à contre-poids,

et en tournant les manivelles en sens contraire à leur premier mouvement de rotation. Une échelle fixée sur un des côtés de l'appareil, est destinée au service du treuil en donnant accès sur la plate-forme qui est garnie sur tout son contour d'une rampe ou garde-corps.

DESCRIPTION DE LA GRUE PERFECTIONNÉE, PAR M. DESGRANGES,
REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. DE LA PL. 6.

La fig. 1re représente une vue extérieure de face du mécanisme complet avec la section transversale des deux roues, sur l'une desquelles est placé le *truck* des compagnies et sur l'autre le train ordinaire des diligences.

La fig. 2 est une vue par bout du même mécanisme.

La fig. 3 en est la coupe transversale, faite suivant la ligne 1-2, et en supposant qu'il n'y ait point de diligence.

La fig. 4 représente en plan, vu en dessus, tout l'ensemble de l'appareil, dessiné sur chacune de ces figures à l'échelle de 1/50e.

Du BATIS ET DE SON CHARIOT MOBILE. — Sur quatre dés en pierre A, sont scellés les montants B, reliés entre eux par des traverses et supportant les deux poutres longitudinales C, garnies chacune sur le côté d'un rail en fer plat *a*. L'aspect général de la grue présente ainsi la forme d'un pont dont les charpentes C représenteraient le tablier et sur lesquels le chariot D, aurait un mouvement de va-et-vient. Ces charpentes sont reliées aux poteaux verticaux par huit consoles semblables E, et sont en outre réunies par deux fortes traverses F, de manière à former un châssis rigide d'une grande solidité; ces dernières sont aussi supportées dans toute leur longueur par deux doubles consoles E' nervées et à jours comme les précédentes. Tout cet assemblage, en raison de la lourde charge des caisses, garnies de leurs bagages et voyageurs, risquerait néanmoins d'être insuffisant, aussi a-t-on songé à augmenter la résistance des grandes pièces de bois C, par deux fortes tringles en fer *b*, qui se boulonnent aux pattes *c*, en passant sur les supports G. De cette manière il est permis de croire que tout accident devienne impossible.

Les supports G, reçoivent chacun dans leurs coussinets un arbre en fer H, garni de deux fortes poulies à gorge I, sur lesquelles viennent passer les chaînes *f*, des treuils inférieurs, pour de là s'enrouler sur les poulies du chariot mobile et faciliter l'élévation du corps des voitures. Ce chariot, qui dans ce système est réduit à sa plus grande simplicité, se compose seulement d'un châssis en fer plat *d*, reliant deux essieux *m* (fig. 4), également en fer, sur lesquels sont montés à la fois et les poulies de renvoi I' et les roues à joues J, qui roulent sur les rails *a*. L'ensemble du chariot est complété par un cadre plat K, formé de l'assemblage de fortes pièces de bois et garni des crochets *e e'* dont l'utilité est de réunir, les premiers, le cadre avec le chariot par les chaînes *f'* et les poulies I^2, et les seconds, la diligence avec le

cadre par les chaînes f^2 et les tringles à clavettes g. On peut remarquer que les côtés de cette diligence reçoivent à demeure les équerres percées h, dans lesquelles on fait pénétrer le bout des tringles précédentes, de sorte qu'il suffit pour le transbordement, d'ôter les quelques clavettes qui établissent la solidarité entre le train et la caisse et d'engager les extrémités de ces tringles dans les équerres; cadre et voiture s'élèvent alors par le mouvement des treuils jusqu'à une certaine hauteur, puis accomplissent leur mouvement de translation du truck au train et réciproquement, à l'aide alors d'un treuil supplémentaire L′ formé simplement d'une roue dentée t' sur laquelle s'enroule une chaine de galle u^2 fixée au chariot D. Comme les deux côtés de la grue sont munis d'un treuil semblable, il suffit d'agir sur l'un ou sur l'autre séparément pour provoquer la translation dans un sens ou dans l'autre.

Des treuils. — Les treuils employés pour transmettre le mouvement d'élévation aux diligences, sont au nombre de deux. Disposés avec 4 tambours et 8 manivelles et fixés à la partie inférieure des montants B, ils sont toujours à la portée des hommes de service et peuvent être mis en mouvement avec facilité; un système de frein permet d'en modérer l'action.

L'arbre inférieur i, portant les manivelles, est le plus rapproché du sol, il est muni d'un petit pignon j, transmettant le mouvement au second arbre i' par l'intermédiaire de la grande roue k qui y est fixée. Un deuxième pignon j' placé contre cette roue transmet à son tour le mouvement au troisième arbre i^2, par la roue k', marchant alors avec une vitesse sensiblement ralentie. Ce dernier arbre porte les tambours L, formés simplement de deux cylindres en fonte et à joues, sur la circonférence desquels se trouvent des rainures héliçoïdales pour recevoir les chaînes f. Chacun des arbres dont nous venons de parler ont leurs coussinets rapportés dans les supports l l' l^2, boulonnés contre les poteaux verticaux B et contre un poteau supplémentaire B′ établi exprès. Un rochet à contre-poids n, fixé contre le pignon j, sur l'arbre inférieur, empêche le mouvement de retour dans le cas où l'on abandonnerait les manivelles.

On voit que ce mécanisme est en tout analogue au mouvement des grues ordinaires; il est comme dans ces appareils muni d'un frein composé d'une poulie cylindrique o, embrassée dans une grande partie de sa circonférence par un cercle en fer méplat p, dont les deux extrémités s'assemblent à charnière vers la partie inférieure, et se lient de même aux extrémités d'un levier coudé q. Selon qu'on baisse ou qu'on lève ce levier, on serre ou on desserre le cercle méplat contre la poulie et l'on modère le mouvement de descente lorsque la diligence doit être déposée sur un des trains.

Des trucks et des trains. — Les trucks des compagnies sont très-simples. Formés du châssis rectangulaire r, des tampons s et de leurs ressorts et des roues t, avec leurs essieux, ils n'ont de particulier que quatre pattes en fer ayant la forme d'un V, pour recevoir les ressorts de la diligence et empêcher ainsi les mouvements de glissement : nous avons vu

comment les pattes à clavettes maintenaient l'adhérence entre ces deux parties.

Les trains des diligences, destinés à les conduire sur la voie pavée, n'ont aussi de particulier que le mécanisme destiné à rendre ces deux parties solidaires, aussi avons-nous cru devoir le représenter en détail sur les fig. 6, 7 et 8. On voit par ces figures, que chacun de ces grans ressorts à lames M, est entouré par une pièce en fer forgé *v*, qui, à sa partie inférieure, présente une double saillie *x*, en forme de goujon. C'est cette partie qui établit la rigidité des caisses, car le train est disposé pour recevoir les ressorts, ainsi combinés, dans quatre fourchettes en fer forgé *u*, renflées vers le milieu de leur hauteur pour recevoir la cheville ou boulon *y* constamment serrée par le petit ressort *z*. Les fourchettes sont elles-mêmes fixées solidement sur une traverse en bois N, par quatre boulons à embase et par la goupille *x'* noyée dans l'épaisseur de la traverse.

De la manoeuvre générale. — On a pu comprendre déjà comment s'effectue toute la manœuvre des caisses sur les trucks et réciproquement dans les deux appareils de MM. Arnoux et Desgranges; ce qu'il nous reste à dire à ce sujet en formera le résumé et servira de complément aux deux systèmes.

Ainsi les diligences, à leur arrivée sous leur grue, sont immédiatement clavetées et suspendues aux chaînes, comme le montre le dessin, pl. 6, puis soulevées de quelques décimètres et enfin transbordées en regard du truck, qu'on a préalablement amené sur la voie de fer parallèle. Les hommes placés aux treuils tournent alors leurs manivelles en sens contraire en même temps qu'ils agissent sur la poignée des freins, et les caisses descendent dans les crochets en forme de V dont nous avons parlé. On clavette de nouveau, et la diligence fait alors partie intégrante du convoi qu'elle va rejoindre et auquel elle s'adapte par les crochets et chaînes *u'*.

Six hommes suffisent ordinairement à la manœuvre spontanée du déchargement et du chargement; deux agissent sur le mécanisme des treuils et les quatre autres servent à guider la diligence dans son mouvement de descente et à l'assujétir solidement sur le truck. Chaque diligence est détachée de son train, soulevée, transbordée et attachée de nouveau sur le truck en moins de 2 minutes.

La grue que nous venons de décrire a été relevée à l'embarcadère de Sotteville, près Rouen, d'après l'obligeante permission de M. Desgranges. Les autres embarcadères étaient déjà munis de l'appareil de M. Arnoux, lorsqu'on a fait l'application de celui-ci.

CHEMINS DE FER.

MACHINES LOCOMOTIVES.

Les locomotives du système Crampton, exécutées par MM. Derosne et Cail, sous l'habile direction de M. Houel, sont adoptées définitivement sur plusieurs lignes, et particulièrement sur celles du Nord et de Strasbourg; déjà même, sur le premier de ces chemins, elle fait un service régulier après avoir inauguré l'ouverture de l'embranchement de Noyon avec une vitesse de 90 kilomètres à l'heure. Nous avons promis à nos lecteurs de publier dans le 7e volume cette intéressante machine, et nous sommes en mesure de tenir notre promesse très-prochainement; nous avons cru néanmoins ne pas devoir attendre la publication pour donner dès à présent un tableau des principales dimensions de cette machine comparées avec celle à voyageurs et à marchandises en activité sur la même ligne du Nord (1).

TABLEAU COMPARATIF des dimensions principales adoptées pour les diverses locomotives en service sur la ligne du Nord.	MACHINES système Crampton.	MACHINES à voyageurs.	MACHINES à marchandises.
DIMENSIONS GÉNÉRIQUES.	m.	m.	m.
Diamètre des cylindres	0.406	0.380	0.380
Course du piston	0.560	0.560	0.610
Diamètre des roues motrices	2.10	1.680	1.220
Rapport de la vitesse des roues à celle des pistons	6,60 : 1	4,71 : 1	3,14 : 1
Diamètre des roues d'avant	1.35	1.00	1.220
Diamètre des roues d'arrière, milieu	1.22	1.00	1.220
CHAUDIÈRE.			
Longueur intérieure de la boîte à feu, partie supérieure	1.345 / 1.370	0.925	0.925
Largeur, partie inférieure	1.015 / 1.055	0.914	0.914
Longueur extérieure	1.550	1.125	1.125
Largeur	1.245	1.104	1.104
avant	arrière		
Épaisseur des parois extrêmes, haut 0.100	0.105	0.100	0.100
Épaisseur des parois extrêmes, bas 0.090	0.090		
Épaisseur des parties latérales 0.115	0.090	0.095	0.095
Hauteur intérieure totale de la boîte à feu, jusqu'au-dessus de l'enveloppe	1.360	1.380	1.380
Diamètre extérieur du corps de la chaudière	1.000	0.970	0.970
Longueur de la partie cylindrique entre les plaques	3.550	3.683	3.685
Longueur des tubes de fumée	3.675	3.800	3.800
Nombre	178	125	125
Diamètre extérieur réduit à 0.046 à la boîte à feu	0.030	0.049	0.049
Diamètre intérieur	0.046	0.045	0.045
Epaisseur	2m/m	2m/m	2m/m

(1) On sait que sur le chemin du Nord les locomotives sont toutes construites d'après le même système et sur les mêmes dimensions. La première fourniture a été exécutée d'après les dispositions principales proposées par M. Clapeyron, et les fournitures suivantes sur les dessins modifiés et perfectionnés des ingénieurs de la Compagnie. MM. Derosne et Cail en ont construit un grand nombre. Nous les avons publiées avec détails dans le ve volume.

TABLEAU COMPARATIF des dimensions principales adoptées pour les diverses locomotives en service sur le chemin du Nord.	MACHINES système Crampton.	MACHINES à voyageurs.	MACHINES à marchandises.
	m.	m.	m.
Ecartement d'axe en axe	0.065	0.0625	0.0625
Longueur extérieure de la boîte à fumée	1.245	1.170	1.170
Largeur, y compris les plaques	0.633	0.770	0.863
Longueur totale intérieure de la chaudière du dehors de la boîte à feu	5.710	5.580	5.673
Epaisseur des cuivres de la boîte à feu	0.012	0.011	0.011
Epaisseur de la plaque tubulaire à l'endroit des tubes	0.025	0.025	0.023
Epaisseur des tôles de la partie cylindrique de la chaudière	0.010	0.010	0.010
Epaisseur des tôles de la partie extérieure de la boîte à feu	0.012	0.012	0.012
Epaisseur de la plaque tubulaire en fer de la boîte à feu	0.015	0.015	0.015
Epaisseur de la boîte à fumée	0.010	0.008	0.008
Hauteur du bas de la boîte à feu, au bas de la porte cylindrique	0.310	0.715	0.715
Hauteur du bas de la boîte à feu, à la partie inférieure du dôme	1.755	2.342	2.342
Hauteur au-dessus du rail, du bas de la boîte à feu	0.300	0.503	0.400
Hauteur au-dessus du rail, de la partie cylindrique	0.810	0.1220	0.1115
Hauteur au-dessus du rail, du haut de la cheminée	4.000	4.000	4.000
Hauteur de la partie cylindrique, du dessus de l'essieu moteur	0.240	0.380	0.505
Diamètre extérieur de la cheminée: haut { 0.372 / 0.360 }	bas 0.412 / 0.450	0.340	0.340
Epaisseur intérieure de la tôle de la cheminée	0.006	0.006	0 006
Hauteur de la cheminée au-dessus de la boîte à fumée	1.945	1.710	1.815
Surface de chauffe directe ou du foyer	9.630	5.012	5.012
Surface de chauffe des tubes	93.882	66.500	66.500
Surface de chauffe totale	103.512	71.512	71.512
Volume disponible comme réservoir de vapeur	1.000	0.961	0.961
BATIS A ROUES.			
Longueur totale du bâtis, savoir :			
Longueur du bout du longeron à la boîte à feu	0.400	0.400	1.395
Longueur totale extérieure de la chaudière	5.580	5.660	5.710
Longueur de la boîte à fumée à la barre extrême	0.250	0.250	0.127
Total	6.230	6.310	7.232
Hauteur du longeron	0.250	0.200	0.200
Epaisseur du longeron	0.025	0.030	0.030
Hauteur de la partie supérieure des longerons au-dessus du rail	1.140	1.265	1.060
Hauteur de cette partie au-dessus de l'essieu moteur	0.900	0.425	0.450
Espacement d'axe en axe des longerons	1.270	1.226	1.226
Distance de la boîte à feu à l'axe d'essieu d'arrière	0.230	0.130	0.120
Distance de l'essieu d'arrière à l'essieu moteur	2.550	1.415	1.220
Distance de l'essieu moteur à l'essieu d'avant	1.950	1 600	1.625
Distance de l'essieu d'avant à la boîte à fumée	0.380	0.540	0.650
Total égal à la longueur du corps de la chaudière	3.550	3.685	3.685
Largeur des bandages	0.140	0.140	0.140
Epaisseur des bandages au milieu	0.050	0.050	0.050
Ecartement intérieur des bandages des roues montées sur le même essieu	1.355	1.355	1.355
Ecartement intérieur des bandages des moyeux en fonte et fer	1.330	1.355	1.355
Nombre des bras aux roues motrices	20	16	12
Diamètre de calage des roues motrices	0.200	0.180	0.180
Epaisseur du moyeu des roues motrices	0.196	0.190	0.180
Diamètre des tourillons des roues motrices	0.165	0.160	0.160
Longueur des tourillons des roues motrices	0.260	0.150	0.150
Diamètre du corps de l'essieu	0.185	0.155	0.155
Nombre des bras des roues d'avant et d'arrière	{ 14 / 12 }	10	12
Diamètre du calage des roues d'avant et d'arrière	0.230	0.160	0.180
Epaisseur du moyeu des roues d'avant et d'arrière	0.190	0.175	0.180
Diamètre des tourillons des roues d'avant et d'arrière	0.155	0.140	0.180
Longueur des tourillons des roues d'avant et d'arrière	0.300	0.160	0.150
Diamètre du corps de l'essieu	0.180	0.135	0.145
CYLINDRE, BIELLE ET MANIVELLE.			
Epaisseur des pistons	0.110	0.108	0.115
Epaisseur totale aux extrémités	0.020	0.025	0.025
Longueur totale du cylindre non compris le fond	0.740	0.770	0.840
Longueur intérieure du cylindre entre les couvercles	0.690	0.693	0.750
Diamètre de la tige du piston	0.060	0.055	0.055
Longueur des glissières en acier	0.110	0.080	0.080
Epaisseur des glissières aux extrémités	0.040	0.033	0.033

TABLEAU COMPARATIF des dimensions principales adoptées pour les diverses locomotives en service sur le chemin du Nord.	MACHINES système Crampton.	MACHINES à voyageurs.	MACHINES à marchandises.
	m.	m.	m.
Epaisseur des glissières au milieu	0.050	0.048	0.048
Ecartement des glissières des épaisseurs des coulisseaux	0.230	0.106	0.106
Largeur du coulisseau guide de la tige, y compris les rebords	0.230	0.100	0.098
Longueur du coulisseau, y compris les rebords	0.300	0.200	0.200
Longueur de la bielle fourchette	2.440	1.375	1.470
Diamètre du manneton	0.115	1.080	0.080
Longueur du manneton de la bielle	0.114	0.090	0.090
Distance de l'axe des cylindres à l'axe des longerons	0.304	0.331	0.425
Ecartement d'axe en axe des cylindres	1.878	1.888	2.076
Ecartement des excentriques de la marche en arrière	2.168	0.871	0.871
Ecartement des excentriques de la marche en avant	2.280	0.987	0.987
Ecartement d'axe en axe des tiges des tiroirs	2.218	0.929	0.929
Course des excentriques	0.120	0.116	0.116
Diametre interieur	0.224	0.310	0.310
Diamètre extérieur	0.248	0.320	0.320
Angle de calage	35°	30°	30°
Largeur des colliers d'excentrique en bronze	0.030	0.037	0.057
Epaisseur des colliers d'excentrique en bronze	0.010	0.041	0.041
Barre d'excentrique : longueur	0.070	0.070	0.070
— épaisseur	0.025	0.023	0.025
— hauteur à l'extrémité	0.040	0.042	0.042
— épaisseur à l'ex rémité	0.020	0.021	0.021
Longueur des barres d'excentrique de centre en centre	1.400	1.390	1.116
Distance verticale depuis le milieu de la coulisse aux tourillons d'attache des excentriques	0.165	0.150	0.150
Ecartement intérieur des branches de la coulisse	0.030	0.030	0.030
Ecartement intérieur fond des entailles	0.054	0.034	0.034
Ecartement extérieur de la cou isse	0.076	0.076	0.076
Longueur intérieure de la coulisse	0.054	0.054	0.054
Longueur extérieure de la coulisse	0.085	0.085	0.085
Hauteur totale des coulisseaux	0.080	0.080	0.080
TIROIRS.			
Longueur des ouvertures	0.290	0 250	0.250
Ecartement intérieur	0.133	0.114	0.114
Longueur extérieure	0.275	0.246	0.246
Hauteur intérieure	0.060	0.060	0.060
Table du cylindre, ouverture centrale d'échappement	0.095	0.076	0.076
— écartement des orifices intérieurs des lumières	0.135	0.116	0.116
— écartement des orifices extérieurs des lumières	0.225	0 196	0.196
— largeur des orifices des lumieres	0.043	0.040	0.040
Recouvrement intérieur des tiroirs	0.010	0.010	0.010
Recouvrement extérieur des tiroirs	0.025	0.025	0.025
Avance contre-vapeur 4/5 de détente	0.004	0.004	0.004
Diamètre des tiges du iroir	0.032	0.032	0.032
Distance des tiges du tiroir la table es cylindres	0.0525	0.058	0.102
Distance de la table des tiroirs l'axe u cylindre	0.320	0.4215	0.4715
Largeur des conduits de vapeur	0.045	0.040	0.035
Diamètre de la tubulure de sortie de vapeur	0.140	0.120	0.120
Diamètre de la tubulure de l'entrée de vapeur	0.110	0.100	0 100
DIMENSIONS GÉNÉRALES.			
Hauteur de l'axe du tampon u-dessus du rail	0.935	0.953	0.955
Ecartement du tampon d'axe en axe	1.737	1.727	1.727
Ecartement d'axe en axe des chaînes de sûrete	0.700	1.190	1.190
Hauteur de l'axe de la barre d'attelage	1.000	0.935	0.955
Hauteur du tampon de serrage des tenders	1 000	1.090	0.955
TENDER SYSTÈME CRAMPTON.			
Longueur totale	6.130		
Tampon en bois	0.150		
Longueur totale, plus les tampons en bois	6.280		
Largeur totale sans marchepied	2.400		
Largeur d'axe en xe des roues du milieu	2.500		
Longueur de la caisse	4		
Hauteur de la caisse	1.10		
Hauteur du collier	1.185		
Hauteur du tender au-dessus du rail	2.475		

OBSERVATIONS.

Nous avons donné les détails des tenders du Nord dans notre vi^e volume.

MACHINE A DÉBITER LES BOIS

EN FEUILLES MINCES ET CONTINUES,

SUR DE GRANDES LARGEURS,

Construite par **M. GARAND**, à Paris,

Et exploitée par la Société **PLEYEL** et **C**[e],

(PLANCHE 7.)

La machine proposée et mise à exécution par M. Garand, pour débiter les bois d'une manière continue et sur de grandes largeurs, remplit toutes les conditions voulues pour un travail manufacturier, avec une très-grande économie de temps et de main-d'œuvre.

Ainsi une pièce de bois, comme une bille d'acajou, par exemple, quelle que soit sa grosseur, montée sur cet appareil, est débitée sans interruption, et avec une rapidité qui paraît véritablement surprenante pour toutes les personnes qui le voient fonctionner. Ce résultat est d'autant plus remarquable qu'il est obtenu en ne sciant pas, mais bien en coupant la matière sur toute la largeur à la fois, et cylindriquement, de telle sorte à former une spirale développée de la circonférence au centre.

Les couteaux au moyen desquels l'auteur opère, et qui sont disposés comme des fers de rabot de menuisier, sont d'une longueur telle qu'ils permettent de débiter des bois de deux à trois mètres, et quel que soit le diamètre de ceux-ci, ils restent toujours dans la même disposition par rapport à la surface avec laquelle ils sont en contact, c'est-à-dire à très-peu près tangents à cette surface, de manière à n'enlever que l'épaisseur qu'on juge convenable, et qu'on peut aisément régler à l'avance.

La partie fixe, ou l'arête non tranchante du rabot, s'appuie contre le bois, immédiatement au-dessus des couteaux, et laisse passer la feuille entre elle et ces derniers, tout en lui servant de conducteur. On imite, sous ce rapport, le travail de la varlope, qui est aussi ouverte au-dessus des lames, pour donner passage aux copeaux qu'elles enlèvent, lorsque l'ouvrier la met en action. Seulement dans cet instrument le bois que l'on veut raboter est fixe, l'outil marche et presse en même temps, tandis que dans

le système que nous allons décrire, le bois est mobile, il tourne plus ou moins rapidement sur lui-même, et l'outil s'avance très-lentement pour se tenir constamment pressé sur sa surface.

On a déjà proposé de découper ainsi le bois cylindriquement à l'aide d'un couteau tangent à la circonférence (1), mais les moyens mécaniques qui ont été imaginés à cet effet, ont toujours été insuffisants pour produire des résultats pratiques, opérant sur de faibles largeurs. On n'a pas réussi, et nous croyons devoir même ajouter, on a échoué à peu près complétement, malgré les essais qui ont été tentés à ce sujet, non pas parce que l'idée de trancher le bois de cette manière n'était pas réalisable, mais bien parce qu'on n'avait pas trouvé les moyens d'exécution, les dispositions convenables et rationnelles qui conviennent à une telle opération, qui est très-délicate et présente de grandes difficultés, surtout à cause des couteaux.

M. Garand n'est arrivé à obtenir des produits satisfaisants, ne laissant rien à désirer, qu'après bien des tentatives qui lui ont occasionné beaucoup de peines et de recherches pour les outils. Son système ne porte pas sur l'idée de découper le bois tangentiellement au cylindre, en forme de spirale ou

(1) En 1835, la Société d'Encouragement publia une machine de M. Faverier, en usage en Russie, et dont le principe est aussi de débiter le bois cylindriquement, mais par un rabot tangent à la surface extérieure et placé au-dessus. Le châssis auquel est attaché le couteau est mobile sur son extrémité postérieure, et comme il est chargé d'un poids il s'abaisse à mesure que la pièce, qui est animée d'un mouvement de rotation, diminue d'épaisseur.

Le 10 mai 1837, M. Pape, habile facteur de pianos à Paris, prit un brevet de dix ans pour une machine à couper le bois de placage au moyen d'*un fer*, ou d'un rabot contre lequel il fait avancer en ligne droite le madrier à débiter. M. Pape s'était fait déjà breveter en 1826, pour une machine à produire des feuilles d'ivoire de grandes dimensions. Dans un brevet d'importation de 1842, le même auteur a présenté une autre machine à découper, qui a une grande analogie avec celle de M. Faverier; mais nous pensons que cet appareil n'a pas été exécuté sur de grandes dimensions.

Antérieurement à cette époque, un scieur de Châlons, M. Picot, s'était fait breveter pour une machine à trancher le placage propre à la brosserie et à d'autres fabrications; elle ne consistait simplement qu'en un couteau droit appliqué à un disque vertical animé d'un mouvement de rotation et tombant sur un bloc de bois prismatique de peu de largeur, pour découper à chaque révolution une feuille mince d'une dimension correspondante à la section du prisme. Mais pour que ce tranchage, qui doit nécessairement se limiter à de faibles étendues, se fasse bien et franchement, il est indispensable d'amollir le bois, ce que l'on fait en le mettant au préalable, dans une cuve pleine d'eau que l'on chauffe à une température élevée, et où on le laisse baigner un temps plus ou moins long.

Le brevet de M. Picot date du 29 octobre 1834, et n'ayant été pris que pour dix ans, il est expiré depuis plusieurs années. L'auteur a cru pouvoir lui donner plus de durée par un second brevet de quinze ans, qui lui a été délivré le 18 juillet 1835; mais ce dernier brevet et les additions qui le suivent, reposent exactement sur le même principe que le premier, ils ne présentent que quelques particularités dans les mouvements.

On a dû remarquer aux expositions de 1839 et 1844, des feuilles de placage très-minces, obtenues sur ces machines, et imprimées avec des dessins variés, comme des feuilles de papier.

M. Marion de la Brillantais, prit aussi un brevet d'invention de quinze ans, le 25 septembre de la même année 1835, pour une machine à couper le bois au lieu de le scier, mais cet appareil qui paraissait surtout appliqué à raboter, à faire des moulures, ne paraît pas, que nous sachions, avoir eu de suite.

Enfin un brevet de cinq ans a été également demandé en 1840, par MM. Mathieu, menuisiers du département de la Marne, pour une machine à trancher le bois de placage.

On pourrait encore citer des machines continues qui ont principalement réussi pour débiter les pièces d'ivoire en feuilles minces, susceptibles de se dérouler sans se fendre.

de développante, mais bien sur les moyens de réaliser cette idée d'une manière manufacturière et quelles que soient d'ailleurs les largeurs des pièces à débiter.

Ces moyens comprennent :

1° L'application d'une lame tranchante très-mince, pincée entre deux couteaux, ou règles droites terminées en biseau, qui tout en maintenant cette lame sur toute sa longueur et tout proche de son arête tranchante, l'empêchent d'une part de trop s'enfoncer dans le bois, et de l'autre de ne pas y pénétrer suffisamment au degré voulu, pour l'épaisseur des feuilles que l'on veut obtenir. Cette application ou plutôt cette addition de lame mince, travaillant ainsi entre deux couteaux, paraît être d'une grande importance pour le succès de l'opération, et constitue un principe mécanique tout à fait neuf, non-seulement dans cet appareil, mais encore dans toute autre machine propre à débiter le bois, en coupant les feuilles, soit sur des prismes, soit sur des billes ou des cylindres.

2° La disposition d'un fort guide presseur placé immédiatement au-dessus des couteaux et s'appuyant constamment contre le bois au fur et à mesure qu'il se débite. Ce guide presseur est aussi très-essentiel, parce qu'il sert à maintenir le bois sur toute la longueur de la pièce, et tout près de la partie qui doit être tranchée par la lame, de telle sorte que malgré les nœuds, les ronces, les défauts que le couteau rencontre, il est toujours parfaitement soutenu, et ne peut occasionner aucun accident; lors même que le bois, par sa nature, serait très-inégal, qu'il présenterait peu d'homogénéité dans ses différentes parties, il n'en est pas moins bien coupé, avec toute la précision désirable.

3° Le mécanisme propre à faire marcher le porte-lames et en même temps le guide presseur, d'une manière continue et toujours proportionnée à la vitesse de rotation imprimée à la bille de bois à débiter; condition importante qui n'a pas été remplie dans les autres machines proposées, et qui permet de pouvoir obtenir des feuilles constamment égales, de parfaite épaisseur dans toute leur étendue, depuis le commencement de la spirale jusqu'à la fin. Ce mécanisme est d'autant plus précieux qu'il peut être varié à volonté, pour changer les épaisseurs des feuilles, et que dans tous les cas, l'avancement de la lame et du guide est proportionnel à la marche de la bille, c'est-à-dire que plus celle-ci tourne vite, plus l'avancement est rapide et réciproquement, quelle que soit l'épaisseur qui a été préalablement réglée.

4° L'addition à la machine d'un tambour mobile ou d'un croisillon à plusieurs branches, qui permet de recevoir un certain nombre de pièces à la fois, et de les découper en feuilles minces et rectangulaires, au lieu de feuilles continues, ce qui dans différents cas est susceptible de précieuses applications, comme dans les bois ronceux, ou autres.

Sans ces dispositions particulières qui constituent toute la partie travaillante de l'appareil, nous croyons que l'on ne pourrait produire les résul-

tats industriels que nous avons constatés, surtout lorsqu'on veut opérer sur de grandes dimensions.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A TRANCHER LE BOIS,

REPRÉSENTÉE PL. 7.

Pour bien comprendre ce système de machine, il est indispensable d'examiner, avec le dessin, la description détaillée qui suit, on pourra reconnaître les dispositions et les différentes particularités qui la distinguent.

La fig. 1re représente une élévation longitudinale de la machine toute montée, prête à débiter une forte bille de bois.

La fig. 2e est une section longitudinale faite par l'axe suivant la ligne 1-2 du plan.

La fig. 3e est un plan général vu en dessus de la machine

Et la fig. 4e est une section transversale faite perpendiculairement à la précédente, suivant la ligne 3-4.

En examinant ces différentes vues de l'appareil, on reconnaît que la bille ou la pièce de bois A, que l'on veut découper, est montée, non sur de simples pointes coniques, comme sur un tour, mais sur deux pointes carrées qui terminent les axes en fer B, B′, entre lesquels elle est retenue assez fortement pour ne pas avoir de jeu, et pour être entraînée dans la rotation simultanée de ces derniers. A ses bases opposées sont entaillés les croisillons en fer, qui servent à la supporter sur ses pointes d'une manière solide, et à la tenir toujours parfaitement centrée, depuis le commencement de l'opération jusqu'à la fin. Ces croisillons ont des formes analogues à celui détaillé (fig. 5). Il y en a de plusieurs dimensions : les plus grands servent aux pièces les plus fortes, les plus petits remplacent les premiers, quand les billes sont réduites à un faible diamètre; comme ils sont percés à leur centre de trous carrés qui ont exactement la forme des pointes, on comprend que lorsque celles-ci s'y trouvent engagées, la pièce de bois devient comme solidaire avec les axes et doit forcément tourner avec eux, dès qu'on les met en mouvement.

Comme les billes ne sont pas toujours de même longueur, il est nécessaire de pouvoir rapprocher ou écarter les pointes et par conséquent les axes à volonté. Pour cela, l'auteur a rapporté au bout de l'un des axes, celui B, une vis de rappel D, que l'on peut faire tourner à la main, sans entraîner l'arbre dans sa rotation; cette vis traversant un écrou fixe E, est obligée, lorsqu'elle tourne, de marcher et par conséquent de faire avancer ou reculer l'arbre, et comme celui-ci est supporté par les deux forts supports F, F′, entre lesquels sont placées la roue dentée C et la poulie H, qu'il porte, ces deux pièces ne peuvent marcher avec lui, puisqu'elles sont retenues entre les deux supports. On ne fait donc ainsi mouvoir et changer de position que la vis et son arbre B.

Le second axe B′, forme lui-même vis de rappel, il est fileté sur toute sa longueur, et porte, comme le premier, une roue dentée C′, qui est exactement de même diamètre que celle C, mais qui ne doit pas non plus changer de place, quelle que soit la position que l'on donne à l'arbre. A cet effet, cette roue est retenue d'un côté par le grand support F^2, au moyen d'un écrou *a*, qui presse contre lui, et de l'autre côté par un écrou *a′*, qui s'appuie contre son moyeu. Lorsqu'il s'agit de faire avancer ou reculer cet axe, on desserre ces écrous, puis à l'aide de la vis de rappel D′, placée au-dessus, on fait marcher la console mobile I, qui, à sa partie inférieure, sert de coussinet à l'arbre fileté. Cette seconde vis de rappel fait exactement le même effet que la précédente D; son écrou E′ étant fixe aussi, elle est est obligée de marcher dans le sens de sa longueur, lorsqu'on la fait tourner à droite ou à gauche.

Quand on a ainsi réglé la position exacte des deux arbres B et B′, de manière que leurs pointes quarrées soient engagées dans les croisillons qui sont entaillés aux extrémités de la pièce de bois, on doit régler la position du chariot porte-lames, de telle sorte que le couteau antérieur vienne s'appuyer jusque vers la surface extérieure de la pièce.

Ce chariot se compose d'un châssis en fonte J, qui à ses deux extrémités opposées porte deux chaises de fonte K, destinées à recevoir, d'une part, le guide ou conducteur de pression en fonte L, qui s'appuie constamment sur toute la longueur de la bille, immédiatement au-dessus de l'arête tranchante des lames, afin d'empêcher que celles-ci ne fassent éclater le bois ou n'en prennent plus qu'elles ne doivent réellement en prendre. Ce guide (fig. 6) est disposé pour qu'on puisse régler sa position aussi exactement qu'il est possible de le désirer. Ainsi les chaises de fonte K, qui le supportent à ses extrémités, sont traversées par de vis de pression *b*, qui permettent de le baisser ou de l'élever, de le faire mouvoir à droite ou à gauche, de l'incliner dans un sens ou dans l'autre, de sorte à se conformer ainsi à toutes les exigences suivant la nature des bois, les épaisseurs des feuilles que l'on veut découper, etc. Il présente par ses nervures et par sa forte épaisseur une grande résistance; comme il doit s'appuyer avec une certaine force pendant le travail sur toute la longueur de la bille, il est prudent de le faire ainsi solide et inflexible.

Les deux couteaux M, M′, entre lesquels est serrée la lame additionnelle *l*, destinée à découper le bois, sont placés au-dessous de la face antérieure du guide, et dans une direction tangente à la circonférence extérieure de la bille, comme le montre bien la section verticale (fig. 7.) Fixés tous deux avec une règle de fonte N qui règne sur toute la longueur, ils sont tenus dans une position invariable au moyen des pattes en fer O, sur le bout desquelles ils sont vissés, et qui sont distribuées à égale distance et en quantité suffisante sur la largeur du chariot porte-lames. Pour qu'on puisse leur donner la position exacte qu'on juge nécessaire par rapport à la pièce à débiter, l'auteur a rapporté d'une part sur les pieds des chaises K,

des vis buttantes *d*, sur la tête desquelles repose la règle N, par ses extrémités, afin de lui faire occuper une position plus ou moins élevée, et appliqué de l'autre, sur les fourchettes qui terminent les pattes en fer O, des vis de pression *e*, qui retiennent ces pattes sur le chariot porte-lames, et permettent en même temps de les incliner plus ou moins, de les avancer, ou de les reculer par rapport à la surface de la bille. Il en résulte que quelle que soit la dimension de celle-ci, on peut toujours régler la direction des couteaux et de la lame, de manière que l'arête tranchante de cette dernière se trouve dans la position la plus convenable, c'est-à-dire qu'elle ne tende pas trop à pénétrer dans le bois (et à cet égard on voit que le couteau antérieur M, s'appuyant contre la surface du cylindre, la guide et la maintient), et en outre qu'elle ne puisse reculer en arrière; à cet effet, elle est retenue par le second couteau M′, qui s'élève jusque très-près du bord tranchant, et qui en même temps, force la feuille à mesure qu'elle est découpée, à passer entre lui et le guide presseur. On voit donc que de cette sorte l'outil tranchant n'est ni trop *gourmand* ni trop peu travailleur; dès qu'on a réglé la machine pour une épaisseur voulue, on est certain de toujours obtenir cette épaisseur pendant toute l'opération.

L'addition de cette lame mince, fortement pincée entre les deux couteaux, est d'une très-grande importance et constitue un principe entièrement nouveau pour découper le bois mécaniquement, non-seulement avec la machine que nous décrivons, mais encore avec toutes les machines à découper en général, soit en feuilles continues, soit en feuilles droites et rectangulaires.

Cette disposition est d'autant plus remarquable, d'autant plus avantageuse, qu'elle permet de changer la lame et les couteaux, de les monter ou de les démonter avec la plus grande facilité, sans peine, sans déranger les autres pièces qui y sont adhérentes, puisqu'il suffit de desserrer simplement les vis qui les retiennent aux pattes en fer.

Lorsque la lame et les couteaux qui la pincent, ainsi que le guide presseur sont bien réglés, on peut alors mettre la machine en marche. Pour cela les mouvements sont disposés de telle sorte que les deux axes B, B′, à l'extrémité desquels la bille est supportée, sont commandés à la fois et avec la même vitesse, afin d'éviter des efforts de torsion, et d'être certain de la marche régulière de la pièce sur toute son étendue. Ainsi, on a déjà vu que l'auteur a monté sur ces arbres les deux roues égales C, C′, qui y sont retenues chacune par une clé ajustée dans une rainure pratiquée sur leur longueur, afin de leur permettre de rester en place, lorsqu'on fait avancer ou reculer les axes; ces roues engrènent avec les pignons P, P′ (fig. 1 et 3), lesquels sont montés sur les arbres de couche intermédiaires Q et Q′, qui sont eux-mêmes commandés par les roues droites R, R′, placées à côté des précédentes, et engrenant avec les pignons S, S′. Ces deux derniers, d'un petit diamètre, sont placés sur le même arbre T, qui est l'arbre moteur de la machine, et qui porte la poulie à plusieurs diamè-

tres U, afin de recevoir au besoin des vitesses différentes, plus ou moins rapides, suivant les dimensions ou la grosseur des pièces de bois à débiter.

Pendant que la marche rotative est ainsi communiquée à la pièce de bois qui est montée entre les deux pointes, le chariot porte-lames s'avance très-lentement, et d'une quantité correspondante à l'épaisseur des feuilles que l'on veut obtenir. Cet avancement s'opère par la machine même de la manière suivante :

Sous le chariot est un écrou rapporté *f*, qui est traversé par une vis de rappel horizontale V, laquelle est engagée dans un collier ménagé au centre de la traverse de fonte X, boulonnée sur les côtés du grand bâtis Y, qui sert de base au chariot. Sur la tête de cette vis est une poulie *g*, qui se trouve en regard d'une poulie plus petite *g'*, montée sur un petit axe intermédiaire, que l'on voit muni d'une roue d'angle H' (fig. 3), commandée par une roue semblable H^2; celle-ci fait corps avec un second axe semblable, mais perpendiculaire au précédent et muni d'une poulie H^3, qui est directement mise en mouvement par la poulie semblable H que l'on a déjà vue placée sur l'axe B.

Ainsi, la marche de la vis de rappel V, qui est filetée d'un pas très-fin, est toujours proportionnelle à la vitesse de rotation de la pièce de bois. Plus celle-ci tourne vite, plus aussi le chariot porte-lames s'avance rapidement, mais si l'on veut changer l'épaisseur des feuilles, il faut nécessairement modifier le rapport de vitesse, ce qui se fait très-facilement puisqu'il suffit de remplacer l'une des poulies *g* ou *g'*, par une autre plus grande ou plus petite.

De cette sorte on arrive à débiter des feuilles extrêmement minces, si on le désire, ou des feuilles assez épaisses sur toute la longueur de la pièce de bois. Puisque la bille tourne d'une manière continue et que le chariot porte-couteaux avance toujours au fur et à mesure de la même quantité, de manière que l'arête tranchante de la lame reste constamment tangente à la surface, on conçoit que l'on obtient ainsi des feuilles d'une égalité d'épaisseur parfaite, et dont le développement peut atteindre plusieurs centaines de mètres sans discontinuité.

Les produits débités s'enroulent, comme une feuille de papier, sur un rouleau en bois A^3, élevé à l'arrière de la machine sur deux petits supports y^2. Pour faciliter l'opération du tranchage, on fait tremper le bois pendant le travail dans une bassine en cuivre ou en fonte B^2, qui est pleine d'eau continuellement échauffée par un filet de vapeur que l'on fait venir directement de la chaudière, ou simplement de la machine, après qu'elle a produit son action sur le piston.

Comme on est susceptible de débiter des bois qui ont beaucoup moins de longueur que la machine, l'auteur a eu le soin de disposer, à cet effet, la poupée mobile I qui soutient constamment l'arbre fileté B' près de la base, et que l'on peut faire glisser comme un support à chariot sur la forte traverse supérieure T' qui relie les deux côtés du bâtis fixe en fonte.

Avec une telle machine on peut débiter non-seulement des billes pour en obtenir des feuilles très-longues, mais encore des madriers, des morceaux de bois d'une forme quelconque, dont on fait des feuilles de dimensions proportionnées. Il suffit, à cet effet, de monter à la place des deux axes qui portent les billes, un tambour tel que celui qui est représenté sur les fig. 8 et 9, et qui est composé d'un arbre en fer Z et de plusieurs disques ou croisillons de fonte Z', sur les parties planes desquels sont boulonnées des plates-bandes dressées z^2, destinées à recevoir des cadres ou châssis en bois *n*. C'est sur ces derniers que l'on colle comme sur les châssis des scieries ordinaires à placage, les madriers ou les morceaux de bois *m*, que l'on veut débiter. On comprend sans peine qu'en faisant tourner ce tambour ainsi armé, sur lui-même, comme on faisait tourner la bille qu'il remplace, chacun de ces madriers se présentera successivement à l'action de la lame et des couteaux et se trouvera découpé en feuilles minces qui sont naturellement séparées les unes des autres.

Cette disposition augmente la valeur du système, qui réunit ainsi tous les avantages désirables pour un travail manufacturier, tout en produisant les résultats les plus remarquables, par la rapidité avec laquelle les opérations s'effectuent, par le plus grand nombre de feuilles que l'on obtient, par l'énorme économie du bois, enfin par tout le profit que l'on retire de la machine et des beaux produits qu'elle donne.

Des poulies à gorge *p'* sont disposées à la partie supérieure de la machine, pour servir à monter, à l'aide de cordes ou de mouffles, le tambour ou les pièces de bois à débiter.

TRAVAIL ET PRODUITS DE LA MACHINE.

Pour reconnaître tous les avantages que présente un tel système de machine continue, comparée aux scies alternatives, il est bon de voir le travail qu'elle est susceptible de faire dans un temps donné.

Supposons d'abord que l'on opère sur des billes d'acajou, qui, comme on le sait, nous arrivent de l'Amérique et particulièrement du Brésil, non en rondins ou tronçons cylindriques, mais découpées en forme irrégulière de prisme à base quarrée ou rectangulaire; lorsque de telles billes sont parfaitement équarries, elles donnent, à la scie, des feuilles de placage, de mêmes dimensions, ayant pour longueur et largeur celles de la bille même; on n'en tire habituellement, dans la fabrication, que 20 feuilles dans une épaisseur de 27 millimètres, parce que pour chaque feuille on a une perte provenant de l'épaisseur de la lame qui est à peu près égale à celle du bois. Il en résulte que sur une bille de $0^m 50$ d'équarrissage, et 2 mètres de long, on ne peut obtenir plus de 370 feuilles de $0^m 50$ sur 2^m, soit 370 mètres quarrés. Or, une telle bille qui représente un volume de

$$0,50 \times 0,50 \times 2 = 0^{m.c.}500$$

ou 500 décimètres cubes

coûte d'achat, à Paris, environ 340 fr. ;
par conséquent, le mètre quarré revient à

$$340 \div 370 = 0^{\text{fcs}}92.$$

Une bille semblable débitée à l'appareil continu, donne aisément 36 feuilles dans la même épaisseur de 27 millim., parce qu'il n'y a aucune perte par le couteau, et les feuilles sont au moins aussi fortes que les précédentes ; mais comme, d'un côté, la bille est supposée à section quarrée, et que de l'autre, on ne la découpe pas jusqu'au centre, on conçoit qu'il y a du déchet par les angles et par le cœur qui, d'ailleurs, est généralement de qualité inférieure ; ce déchet comprend, environ, un cylindre central de $0^{\text{m}}16$, plus une partie abattue aux angles de $0^{\text{m}}05$, comme le montre la fig. 10. Ainsi, après avoir fait ces déductions, on trouve que la bille fournit, d'abord, pour atteindre le rond, des feuilles étroites de 12 à 13 centimètres qui augmentent de largeur, successivement, à chaque révolution, puis une seule feuille continue.

Les feuilles détaillées, sur les parties angulaires, ayant en moyenne une largeur de $0^{\text{m}}18$ sur 2 mètres de longueur, produisent, comme il est facile de s'en rendre compte par le dessin même,

$$4 \times 54^{\text{flles}} \times 0^{\text{m}}18 \times 2 = 77^{\text{m. q.}}76.$$

La partie cylindrique du diamètre $0^{\text{m}}50$, réduit à $0^{\text{m}}16$ qui est celui du noyau retranché, donne une feuille, dont la circonférence correspondante au premier diamètre est de $1^{\text{m}}571$, et celle du plus petit de $0^{\text{m}}503$; par conséquent, la circonférence moyenne de

$$\frac{1{,}571 + 0{,}503}{2} = 1^{\text{m}}037,$$

et comme dans la différence des deux rayons $0^{\text{m}}25$ et $0^{\text{m}}08$, on peut avoir 225 épaisseurs égales, puisqu'alors on a $27 : 36 :: 170 : x = 225$ environ.

La surface de cette feuille, que l'on sépare nécessairement par parties, est de

$$225 \times 1{,}037 \times 2^{\text{m}} = 466^{\text{m. q.}}65,$$

Le produit total de la bille, déduction faite des déchets, est donc

$$466^{\text{m. q.}}65 + 77^{\text{m. q.}}76 = 544^{\text{m. q.}}41.$$

Il en résulte que le prix d'achat ne revient plus par ce système qu'à

$$340 \div 544{,}41 = 0^{\text{f}}625 \text{ le mètre quarré,}$$

c'est-à-dire que la différence dans le prix de revient de la matière première est de

$$0^{\text{fcs}}92 - 0{,}625 = 0^{\text{fcs}}275, \text{ soit } 33 \text{ p. } 100.$$

Observons, d'ailleurs, que toutes les feuilles obtenues par le tranchage continu sont parfaitement saines, puisqu'elles ne contiennent pas d'aubier ni de cœur, car le noyau enlevé représente toujours la partie tarée, ou la

moins belle; et si ce bois conserve quelque valeur, on peut en tirer parti, ce qui ajoute encore à l'avantage du système.

Avec des billes venant simplement en rondins cylindriques, on aurait encore plus d'avantage, tout en évitant le travail préalable des parties qui sont enlevées avant le transport, dans les lieux mêmes de production.

Si, maintenant, on veut se rendre compte des frais de débit, on verra encore que le système continu présente une différence considérable en sa faveur, par rapport aux scieries alternatives les mieux établies.

Ainsi, la machine fonctionnant avec une vitesse moyenne de 5 tours par minute seulement, on trouve que la bille précédente (fig. 10) devant faire, pour être débitée complétement,

$$225 + 54 = 279 \text{ révolutions}$$

mettra à ce travail, s'il n'y a pas d'interruption,

$$279 \div 5 = 55'8,$$

ou moins d'une heure.

Et si l'on suppose un temps égal pour le montage de la pièce entre ses pointes, puis le double pour les moments d'arrêt nécessaires, soit au repassage du couteau, soit à son démontage et remontage, etc., on voit que, au maximum, avec trois à quatre ouvriers, on peut parvenir à débiter une telle pièce en quatre à cinq heures. Lorsque l'usine est en pleine activité, on arrive, en effet, à produire le débit complet de deux pièces semblables, par jour de travail, et avec une dépense de force de 4 à 5 chevaux au plus, y compris celle employée par l'outil à affûter les couteaux.

Les meilleures scies, semblables à celle que nous avons décrite dans le tom. IV, pl. 27, ne peuvent pas débiter, à l'épaisseur indiquée, malgré l'énorme vitesse à laquelle on les fait marcher, chacune, plus de 75 à 80 décimètres cubes d'acajou par journée de 12 heures. Il en résulte que pour un travail correspondant à celui du volume total d'une bille de $0^{m.c.}500$, comme celle ci-dessus, il ne faut pas moins de six scies constamment en mouvement, et autant d'hommes pour les conduire. Ces scies exigent pour leur fonctionnement une force motrice qui s'élève à plus de six chevaux-vapeur.

Les frais de ces scies, en ne comptant que sur une dépense de 5 fr. par chacune pour la force motrice, et 3 fr. 50 par homme, plus 1 fr. 50 pour l'entretien, l'huile, la graisse, l'affûtage, etc., s'élèvent par jour à $10 \times 6 = 60$ fr., ci .... 60 fr.

Ajoutant pour l'intérêt du capital dépensé pour le matériel à 6 p. 100 par an .... 8 »

» pour le loyer du local, par jour .... 6 »

» pour les contributions, patentes .... 2 »

La dépense totale par jour est de .... 76 fr.

Soit par mètre quarré $76 \div 370 = 0^{fcs}\,20^{cent.}$

Les frais proportionnels pour la machine à trancher, sont : pour la force motrice, chauffeur et combustible par jour.................... 20 fr.
4 ouvriers à 3f 50.................................... ..... 14 »
Huile, graisse, affûtage des couteaux........... .... 6 »
Intérêt du capital pour le matériel............... .... 8 »
Local, contributions, magasins........................... 12 »
Total................. 60 fr.
Soit par mètre quarré 60 ÷ 544 = 0 fcs 11cent.

On voit donc combien une usine bien montée avec un tel système continu peut offrir d'avantage comparativement aux scieries ordinaires à placage.

Lorsque la machine travaille des palissandres, les résultats sont encore bien plus favorables ; à plus forte raison, lorsque les pièces arriveront en rondins, au lieu de venir découpées en prismes quarrés ou rectangulaires, comme on les a reçues jusqu'ici, parce qu'alors on n'aura plus d'autre perte que l'écorce et le cœur.

Par cela même que l'on peut débiter des feuilles d'une très grande étendue, il est permis d'espérer qu'elles donneront lieu à de nouvelles applications, ainsi déjà on a pensé à en faire des tentures au lieu de papier ; on comprend en effet que préalablement collées sur toile, ces feuilles peuvent être appliquées contre les murailles intérieures des appartements, des navires, etc,, et être vernies et entretenues comme les meubles les plus riches.

NOUVEAU SYSTÈME DE POULIES DE MARINE

SANS ESTROPE EXTÉRIEURE,

Par MM. BARBE et MORISSE, et M. LAHURE.

On sait que dans les poulies de marine exécutées jusqu'à présent les caisses sont enveloppées sur toute leur circonférence par une *estrope* ou bride en corde et le plus souvent en fer, par laquelle on attache la poulie au point qu'elle doit occuper. Cette estrope, lorsqu'elle est en fer forgé, a aussi pour objet de porter l'axe de la roue mobile ou poulie que les marins appellent *riat*, et qui traverse les deux branches de la bride dans son épaisseur, afin qu'elles lui servent de véritables points d'appui. Or, comme elle est placée à l'extérieur de la caisse en bois dans laquelle le riat est renfermé, cette disposition présente l'inconvénient d'éloigner les points d'appui de toute l'épaisseur du bois qui la sépare de l'estrope, il en résulte qu'il faut des axes très-gros et non trempés pour ne pas se rompre, ce qui augmente les frottements, rend l'appareil plus lourd et en même temps plus dispendieux.

Le système nouveau de MM. Barbe, Morisse et Lahure a l'avantage d'être plus

économique de construction, de rapprocher les points d'appui ou portées de l'axe vers la poulie, de permettre de réduire notablement le diamètre de cet axe, et par suite les frottements de la roue qui tourne folle sur son moyeu.

Ce système consiste à faire l'estrope de manière à se loger dans l'intérieur de la caisse, au lieu de l'envelopper extérieurement, et à pratiquer pour cela, dans cette dernière, deux rainures droites et parallèles. L'exécution de ces rainures est très-facile, surtout si on fait la caisse en plusieurs morceaux.

L'estrope en fer, au lieu d'envelopper la caisse sur tout le pourtour extérieur, est logée, au contraire, dans les parois intérieures tout contre la roue mobile. A cet effet, des rainures étroites et minces sont pratiquées à l'avance dans ces parois pour en rendre l'ajustement très-facile.

On comprend sans peine qu'en faisant la caisse en bois d'un seul morceau, les rainures pourraient causer quelque difficulté à la pratique, surtout si elles s'effectuaient à la main; mais il est aisé de faire un outil qui, comme dans la fonte, taille ces rainures avec toute l'exactitude et la célérité désirables. On peut aussi d'ailleurs, au lieu de construire la caisse d'une seule pièce, la composer de plusieurs morceaux, de quatre, par exemple, que l'on réunit par des boulons, après y avoir pratiqué les deux rainures droites.

En plaçant ainsi les deux branches de l'estrope à l'intérieur de la caisse, on conçoit bien qu'il est inutile de les faire descendre jusqu'au bas de celle-ci, on économise donc de la matière, et en même temps on rend l'appareil plus léger. De plus, par cela même que les deux côtés de la bride se trouvent alors tout contre le *riat*, les deux portées de l'axe, qu'ils supportent, sont nécessairement beaucoup mieux maintenues, et peuvent, sans crainte, être diminuées de diamètre tout en présentant encore la solidité désirable. Or, en réduisant cette dimension de l'axe, on diminue naturellement le frottement de la poulie qui tourne sur lui. La réduction est d'autant plus grande, que l'on peut, avec cette disposition, faire l'axe en acier trempé, de telle sorte que pour un cordage de 8 centimètres de diamètre, par exemple, il suffit de lui donner un diamètre d'un centimètre.

Ce système d'estrope en fer à l'intérieur de la caisse présente encore un autre avantage très-apprécié dans la marine, c'est d'éviter de mettre la roue mobile ou le *riat* en contact avec les parois de la caisse en bois, parce qu'il est toujours facile de faire en sorte, dans l'ajustement des branches de l'estrope dans les rainures, qu'elles désaffleurent les parois intérieures d'une très-petite quantité, afin que la roue ne puisse nullement les toucher, et se trouve seulement en contact près du centre avec le métal. Cette disposition permet en outre d'appliquer avec sécurité les riats en fonte, ce qu'on ne peut employer dans les anciennes poulies, à cause de l'usure rapide occasionnée par les frottements du fer contre le bois; et même, par suite de cet inconvénient et de l'usage forcé des riats en bois, le plus souvent l'axe est aussi en bois, ce qui en augmente encore les dimensions et par conséquent le degré de frottement. Pour avoir des axes en métal, il faut aussi garnir de métal le trou du riat, ce qui augmente les frais de main-d'œuvre. En employant les riats en fonte, on peut à volonté les faire porter directement sur l'axe, ou y chasser à leur centre une rondelle de cuir que l'on renouvelle quand il est nécessaire.

On conçoit sans peine qu'il suffit de repousser l'axe, d'un bout, pour pouvoir enlever l'estrope de la poulie, et la démonter quand on veut s'assurer si elle est en bon état.

POMPES D'ÉPUISEMENT.

POMPES FLOTTANTES

ÉTABLIES POUR L'ÉPUISEMENT DES ÉCLUSES A MARÉE DU HAVRE

Par **MM. MAZELINE**, FRÈRES,

d'après le système de **M. LETESTU**.

(PLANCHE 8.)



Les divers travaux d'épuisement entrepris, soit pour l'établissement de constructions maritimes, soit pour les fortifications, soit à bord des navires, etc., ont fait rechercher divers systèmes de pompes ou de machines capables d'effectuer ces travaux avec économie et célérité. Ainsi les norias ou chaînes à godets, les roues à tympan (1), les roues à augets et les pompes ordinaires ont été tour à tour employées avec plus ou moins d'avantages. Parmi les pompes, quelques-unes ont été fréquemment mises en usage à cause de la facilité de leur manœuvre, de leur puissance et des avantages offerts par leur mécanisme, tant sous le rapport de la solidité, de la simplicité et de la facilité de l'installation que sous celui de la diminution des forces vives et des frottements. Les pompes-Letestu, par exemple, ont attiré l'attention générale par leur principe et par leurs résultats pratiques bien constatés. C'est de ces dernières que nous allons nous occuper aujourd'hui en décrivant celles qui ont été employées et construites par MM. Mazeline du Hâvre pour l'épuisement des écluses à marée de cette ville.

Ces pompes sont montées sur un bateau *ad hoc* et sont mises en mouvement par une machine à vapeur horizontale; elles sont au nombre de quatre et aspirent l'eau des écluses par deux tuyaux d'aspiration pour la rejeter dans la mer. Elles sont représentées sur la pl. 8, en plan vu en

(1) Voir *Publication industrielle*, tome VI, 1re livr.

dessus, fig. 1re, en élévation longitudinale sur la fig. 2 et en coupe transversale sur la fig. 3. Cette dernière coupe est faite suivant la ligne 1-2.

Leur bâtis, qui est fixé sur le pont du bateau, est simplement formé de plusieurs pièces de charpente A sur lesquelles se boulonnent la bâche et les accessoires de la machine à vapeur. Les corps de pompe B sont en cuivre jaune, consolidés par des cornières *a* de même métal et boulonnés sur la bâche H qui sert de plaque de fondation et de supports aux divers engrenages. Dans l'intérieur du corps de pompe se trouvent, l'un au-dessus de l'autre, deux pistons D D′ dont la forme particulière constitue l'un des principaux avantages du système. Les pistons inférieurs remplissent l'office de clapets et sont remplacés fort souvent par ces derniers. Chacun d'eux est d'abord composé d'un cône creux renversé (fig. 4 et 5), en cuivre rouge ou en forte tôle de fer, percé d'un grand nombre de trous (1) et terminé à son sommet, légèrement tronqué, par une douille *b* dans laquelle pénètre et s'assujétit, au moyen d'un double écrou, l'extrémité taraudée de la tige E. Dans l'intérieur du cône en cuivre se trouve un second cône en cuir fort *d*, de 9 à 10 millimètres d'épaisseur, qui dépasse le bord supérieur du premier, de manière à venir s'appliquer exactement contre la paroi du corps de pompe; ce cuir n'est fixé que par le bas et serré entre le cône D et la douille *b* par les écrous déjà mentionnés.

Les deux bords de la garniture en cuir, qui viennent, pour former le cône, se réunir suivant une génératrice, sont taillés en biseau; ils sont simplement superposés l'un à l'autre et non cousus ensemble. Cette disposition, qui n'augmente pas sensiblement les fuites, a pour but de conserver, à cette garniture, toute sa souplesse, et de permettre au bord supérieur d'adhérer toujours parfaitement à la paroi du corps de pompe, quand bien même le cuir aurait éprouvé du retrait par l'effet de la dessiccation. Ce bord supérieur peut aussi être aminci en biseau.

Dans la course descendante du piston, l'eau passe à travers les trous du cône percé et l'intervalle qui existe entre cette dernière et le corps de pompe; elle soulève et fait replier intérieurement les bords du cône en cuir, et pénètre ainsi, sans effort, au-dessus du piston dont le mouvement a lieu sans frottement sensible. Pour guider les pistons d'une manière plus sûre, M. Letestu préfère sacrifier la rangée de trous supérieure et établir en cette partie un rebord cylindrique *z* comme nous l'avons indiqué fig. 4, l'eau passe seulement alors par les trous et entre l'intérieur du cône et le cuir qu'elle soulève suffisamment.

Dès que le piston s'arrête ou remonte, la pression de l'eau fait reprendre immédiatement la forme conique à la garniture en cuir, dont les bords longitudinaux se réunissent, et dont le bord supérieur vient, en s'ouvrant, s'appliquer hermétiquement contre la paroi du corps de pompe. De cette

(1) Dans le principe M. Letestu perçait ces trous carrés afin d'avoir une section ouverte plus grande, mais il y a renoncé, du moins quant au piston supérieur, et n'a conservé cette disposition qu'aux clapets d'aspiration.

manière le frottement du piston ne provient que de la pression de l'eau à laquelle il est proportionnel.

Ce genre de piston n'exige point, comme on le voit, de précision dans la confection du corps de pompe, qui n'a pas besoin d'être alésé. Suivant l'auteur, il s'applique parfaitement à l'épuisement des eaux chargées de vase et même de graviers, lesquels peuvent pénétrer sans obstacle au-dessus du piston pendant sa course descendante. Ces objets ne trouvant alors aucun point d'appui vers le bord supérieur de la garniture en cuir, retombent immédiatement au fond du cône, et ne peuvent par conséquent, en restant engagés entre le cuir et le corps de pompe, y produire les frottements durs et les dégradations que les mêmes circonstances occasionnent ordinairement dans les autres genres de pompe.

Le piston mobile D et le piston fixe ou clapet d'aspiration D' sont construits, dans l'appareil qui nous occupe, exactement de la même manière, de sorte que chacun d'eux en particulier remplit à l'égard de l'autre la fonction d'une soupape. Ainsi, lorsque le piston monte, l'aspiration fait ouvrir le cuir du piston fixe et l'eau remplit l'espace parcouru par le premier; à la descente l'inverse a lieu, car la pression, en faisant détacher le cuir du piston D, force celui du bas à se fermer, et l'eau passe alors sur le premier, qui s'élève à une nouvelle montée et ainsi de suite.

Chaque piston est assujéti à une courte tige E clavetée elle-même sur une tige à douille F, qui maintient la verticalité du mouvement en passant à travers le guide à coussinets *f*. Nous allons examiner de quelle manière le mouvement est transmis à cet assemblage, c'est-à-dire aux pistons.

La commande a lieu par une machine à vapeur dont le cylindre horizontal G se fixe par des pattes *e* sur la bâche H de la pompe. Ce cylindre, établi simplement à haute pression, par conséquent avec un seul tiroir *g*, est surmonté de la boîte de distribution *h* munie de son robinet d'arrivée *i*. Les constructeurs se sont arrangés pour commander par le même arbre *j* la tige *k* du tiroir et celle *p* de la pompe alimentaire, de sorte que c'est un seul excentrique I, monté sur l'arbre de couche M, qui donne le mouvement à ces deux organes par la longue barre J et le levier *l*. (Cette pompe L, ainsi que sa commande, ne sont apparentes que sur la fig. 1re.)

Le mouvement alternatif du piston à vapeur N se transmet par la tige *q* aux glissières *r*, et en second lieu, de celles-ci, à l'arbre de couche par la bielle O et la roue P, dont l'un des bras porte à une distance de 0^m30 du centre, le bouton *s* servant de manivelle. L'arbre de couche M repose et tourne dans deux supports *t* fondus avec la bâche, et se prolonge pour porter une roue semblable P'. L'arbre M' de ces pignons tournant par ce moyen avec une vitesse considérable, est maintenu par les supports *t'* et reçoit entre ces deux derniers un volant très-pesant V quoique d'un assez petit diamètre. L'impulsion est ainsi convenablement accélérée par ce volant et se transmet définitivement aux pompes par l'intermédiaire d'un des bras de la roue P' formant manivelle, de la bielle R et des balanciers S

auxquels sont suspendues, à égale distance de la colonne T servant de centre d'oscillation, les quatre bielles à fourche U embrassant chacune les tiges des quatre pistons D. Les balanciers sont en fer forgé et augmentent la puissance disponible par la disposition du point d'attache qui, pris en dehors des pompes, imprime aux pistons une vitesse d'autant plus lente.

Nous avons examiné le jeu des pistons, nous ajouterons que toute l'eau élevée passe dans la large cuvette *u*, d'où elle s'écoule dans la mer par l'ouverture *v*, qui n'a pas moins de $0^{m.q.}132$ de section.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

En supposant à l'arbre moteur de la machine à vapeur une vitesse de 40 tours par minute avec une hauteur moyenne d'ascension de l'eau, de $6^{m}50$, le diamètre intérieur des corps de pompe étant de $45^{cent.}$, on obtient les résultats suivants pour chaque corps.

Course de chaque piston	$0^{m}22$
Surface id.	$0^{m.q.}0380$
Volume engendré par chaque piston	$0^{m.c.}02398$
Nombre de coups de piston par minute	40
Rapport du produit utile au travail théorique dans les conditions précédentes, et suivant des expériences constatées...	0,826
Produit par coup double de piston	$0^{m.c.}0198$
Produit par minute	$0^{m.c.}7924$

Ce qui donne pour les quatre pompes un produit de

$$0^{m.c.}7924 \times 4 = 3^{m.c.}170,$$

soit, par heure,

$$3^{m}170 \times 60 = 190^{m.c.}200$$

et par journée de 12 heures,

$$190^{m.c.}2 \times 12 = 2282 \text{ mètres cubes environ}$$

avec une machine à vapeur de la force de 10 chevaux.

POMPE A DOUBLE EFFET,

Par **M. FAIVRE**, Ingénieur.

(PLANCHE 8.)

Nous avons fait connaître dans le v[e] volume de ce Recueil les particularités de la pompe à double effet de M. Faivre. Nous complétons aujourd'hui cet exposé en en donnant les dessins exacts, et nous les accompa-

gnons d'un tracé géométrique, montrant le volume de l'eau fourni par des pompes groupées en plus ou moins grand nombre, et fournissant toujours un jet continu mais plus ou moins régulier.

La fig. 6, pl. 8, représente une section verticale faite par l'axe de cette pompe, et la fig. 7 une section horizontale faite suivant la ligne 3-4 et montrant en plan les clapets d'aspiration.

Cette pompe consiste en un corps cylindrique en fonte A, alésé dans la plus grande partie de sa longueur et reposant sur un socle à nervures B, fondu avec la tubulure inférieure C. Ce socle est assujéti soit sur des pièces de charpente D, avec lesquelles il est boulonné, soit sur une maçonnerie. Il renferme le siége à clapet E, qui se compose d'un cadre rectangulaire double traversé à son milieu par une cloison élevée *a*, de manière à présenter deux plans inclinés sur lesquels viennent s'asseoir les clapets en bronze F, lorsqu'ils se ferment. La tubulure C, terminée par une bride, reçoit le tuyau d'aspiration qui plonge dans la capacité à épuiser, ou le réservoir fournisseur si la pompe est appliquée à donner l'eau à une usine. Vers la partie supérieure du corps de pompe A est ménagée une tubulure courbe G, sur laquelle s'adapte le tube ascensionnel ou de sortie.

Le piston aspirateur se compose d'un anneau en bronze H, sur la circonférence duquel est ménagée une gorge pour recevoir une tresse de chanvre ou une garniture d'étoupes *c*, qui coïncide avec la paroi intérieure du cylindre. Il renferme aussi une cloison *d* qui reçoit à charnière les deux clapets I, venant battre sur un siége incliné formé par les bords élevés *e* du piston. Il est, en outre, fondu avec une bride *f*, percée à son centre pour se relier par le boulon à écrou *g*, avec la base de la grosse tige J. Cette tige qui, dans le plus grand nombre de pompes, est d'un très-petit diamètre comme celui de la partie K, qui la surmonte, est dans la fig. 6, d'une section égale à moitié de celle du corps de pompe. Il en résulte, comme nous l'avons déjà dit et comme on va le voir plus loin, que l'écoulement de l'eau a lieu aussi bien pendant l'ascension que pendant la descente du piston.

Les clapets F sont accompagnés des saillies *h*, qui servent à limiter leur degré d'ouverture en buttant contre les parois intérieures du socle B. Il en est de même des clapets I, qui sont également fondus avec les petites saillies *i*, qui buttent contre la tête de la bride *f* lorsqu'ils s'ouvrent. On voit que ces clapets ont leurs siéges inclinés à peu près à 45°, dans le but de faciliter leur mouvement d'ouverture en diminuant l'action de leur propre poids. Les siéges qui les reçoivent sont garnis habituellement d'une bande de cuir ou de cuivre, pour rendre la fermeture plus hermétique en facilitant l'ajustement.

Pour éviter que l'air extérieur ne pénètre dans l'intérieur du corps de pompe, il est fermé à sa base supérieure par un couvercle en fonte L, qui est garni d'étoupe qu'on comprime par un bouchon M.

Jeu de la pompe. — L'extrémité supérieure de la tige K porte une

tête pour s'assembler à articulation avec la partie inférieure d'une tringle ou bielle à manivelle qui lui communique le mouvement alternatif de montée et de descente.

Il résulte de cette disposition et de la longueur invariable de chaque pièce mobile, que lorsque la manivelle est verticale, avec son bouton placé sur la partie inférieure de la circonférence qu'elle décrit, le piston est au bas de la course; par conséquent, pendant que la manivelle tourne, le piston s'élève et forme le vide au-dessous de lui. L'eau s'élève donc dans le tuyau d'ascension et force le clapet F à se soulever pour s'introduire dans le corps de pompe jusque sous le piston, en suivant sa marche ascensionnelle.

Lorsque la manivelle a décrit une demi-révolution, c'est-à-dire que son bouton occupe la partie supérieure, le piston lui-même occupe la position la plus élevée, et tout l'espace qu'il laisse après lui dans le corps de pompe est rempli d'eau ; si, alors, la manivelle, continuant sa course, parcourt la seconde demi-révolution, le piston descend, et, pressant sur la surface de l'eau, force les clapets F à se fermer et oblige, par suite, les clapets I à s'ouvrir, pour lui donner passage à travers le piston H et à se loger au-dessus. Mais comme sa tige J est d'un gros diamètre et qu'elle occupe un grand espace dans le corps de pompe, une partie de cette eau s'échappe nécessairement par la tubulure G, de telle sorte que quand le piston est au bas de sa course, il ne reste plus dans le corps de pompe qu'un volume d'eau égal à la moitié du volume engendré par la base ou la surface du piston.

Tel est l'effet produit par le premier tour de la manivelle, qui correspond à un coup double de piston. Au second tour, quand le piston remonte, il aspire de nouveau un volume d'eau à peu près égal à celui qu'il engendre, parce que les clapets F, qui s'étaient fermés, s'ouvrent de nouveau, et que les clapets I, qui étaient ouverts dans la descente, se sont fermés. Dans le même temps, toute l'eau qui était restée au-dessus du piston trouve à s'écouler par la même tubulure G ; ainsi, de cette disposition de piston à grosse tige plongeante, il résulte que, à chaque course ascendante, la quantité d'eau élevée dans le corps de pompe est égale au volume engendré par le piston, et que, dans sa course descendante, la quantité d'eau qui s'écoule par le tuyau de sortie est égale à la moitié de ce volume, dont l'autre moitié s'échappe pendant l'ascension suivante, ce qui rend le jet à peu près continu.

Lorsqu'au contraire la tige est très-mince, comme dans les pompes ordinaires, l'écoulement de l'eau n'a lieu que pendant la montée du piston, par conséquent le jet est intermittent.

JEU ET TRAVAIL DES POMPES.

Pour montrer le volume d'eau dû au travail d'une ou de plusieurs pompes et pour faire apprécier comment il se produit relativement aux diverses

positions de la manivelle, nous avons représenté sur les fig. 8 et 9 plusieurs tracés qui indiquent pour chaque course la quantité croissante et décroissante d'eau obtenue.

Dans une pompe, comme dans toute autre machine dont le mouvement rectiligne est transmis par une manivelle à mouvement de rotation continu, les espaces parcourus en ligne droite ne correspondent pas aux espaces circulaires décrits par le bouton de la manivelle. On sait en effet que si on suppose la manivelle parcourir des arcs égaux à partir de la position supérieure, les distances correspondantes parcourues par le piston sont irrégulières : petites d'abord au commencement de la course, elles s'agrandissent progressivement jusque vers le milieu, puis elles dégradent en arrivant vers l'autre extrémité. On comprend par cette irrégularité de la marche du piston que le jet d'eau doit aussi varier pendant toute la course, ce qui est rendu sensible par la fig. 8, qui exprime les volumes successifs du jet d'eau par une pompe à simple effet.

Ce tracé consiste à porter sur une ligne quelconque $x\ y$, autant de parties égales que l'on a pris de divisions sur la circonférence décrite par la manivelle, puis à chacun des points 1. 2. 3. etc., on tire des lignes perpendiculaires à xy. Comme pendant l'ascension du piston de 0 à 12, il n'y a pas d'écoulement, puisque le piston ne fait qu'aspirer, on n'a rien à indiquer sur ces premières divisions ; mais dès que la manivelle passe le point le plus élevé, le piston commençant à descendre produit le jet; on constate alors que lorsqu'il a parcouru le premier espace rectiligne déterminé par l'angle de 30° décrit par la manivelle, la quantité d'eau qu'il a refoulée est égale au produit de la base par cette hauteur. C'est cette dernière que l'on porte, de 13 en *a*, sur la perpendiculaire menée du point 13 ; de même lorsque le piston descend d'une nouvelle quantité proportionnelle à un autre angle de 30° décrit par la manivelle, le nouveau volume qu'il a engendré est encore égal à sa section multipliée par la hauteur, qui est répartie de même de 14 en *b*. On voit donc qu'il suffit de porter sur chacune des perpendiculaires tirées des points de division 15. 16. 17, etc., les hauteurs successives parcourues par le piston dans sa descente, pour exprimer réellement les volumes qu'il a engendrés ; car ces volumes sont proportionnels aux hauteurs, puisque la section du piston reste constante. Si l'on fait passer une courbe par tous les points *a*, *b*, *c*, *d*, fig. 8, on obtient la limite d'une surface que nous avons teintée, et qui permet de reconnaître les volumes d'eau refoulés par les pistons, correspondants à une position quelconque de la manivelle. En continuant le mouvement, le piston remonte et aspire, par suite le jet est interrompu pendant cette ascension pour recommencer de nouveau pendant la descente de la deuxième révolution ; le tracé qu'on obtiendrait serait donc en tous points identique à celui que nous venons d'examiner.

Pour éviter cette irrégularité, on construit des pompes à deux et à trois corps, dans lesquels la disposition est telle que les points d'attache aux ma-

nivelles partagent en deux ou trois parties égales la circonférence décrite par celles-ci.

La fig. 9 représente le tracé géométrique du travail d'une pompe à deux corps; il est évident que le produit de chacun des pistons est alternativement le même, puisque l'un descend pendant que l'autre monte; c'est ainsi que l'un des pistons ayant produit un jet correspondant à la courbe *a' b' c'*, etc., l'autre produit immédiatement après un jet égal exprimé par la courbe *a b c d*; ce tracé ne diffère donc de celui fig. 8 qu'en ce que les intervalles vides, sont remplis par une surface teintée égale.

Ce tracé du produit d'une pompe à deux corps correspond à celui de la pompe, fig. 6, qui en raison de sa grosse tige plongeante fait fonction, comme nous l'avons vu, d'une pompe à double effet.

Nous avons reporté sur la fig. 10, le tracé du volume d'une pompe à trois corps dont les pistons occupent respectivement des positions correspondantes aux trois sommets d'un triangle équilatéral inscrit dans la circonférence décrite par le bouton de la manivelle. Par suite de cette disposition, il y a tantôt deux pistons qui s'élèvent en même temps et un seul qui descend, et tantôt au contraire un seul piston qui monte pendant que deux autres descendent. Sur le tracé nous avons indiqué le produit de chacune des pompes en particulier supposée de même diamètre, en ayant le soin, quand deux pompes refoulent en même temps, d'additionner leur travail; ainsi, par exemple, lorsque l'un des pistons élève une quantité d'eau correspondante à la perpendiculaire 13 *a*, celui qui refoule en même temps fournit un volume exprimé par la hauteur *a a'*; par conséquent, le volume total du jet à cet instant est exprimé par la hauteur totale 13 *a'*; lorsqu'au contraire une seule des trois pompes refoule, quand les deux autres remontent, le volume du jet est exprimé par une seule hauteur, telle que 18 *f*; or, on observe que c'est justement au moment où une seule pompe refoule qu'elle donne son maximum de produit; de là résulte qu'en somme le jet est continu et presque régulier dans toute sa durée comme on le voit par le tracé de la fig. 10, où le contour est déterminé par des perpendiculaires ou ordonnées se rapprochant de la ligne droite *mn*.

Pour comparer l'effet d'une pompe à trois corps avec celui de deux pompes à double effet, ou de trois pompes à double effet, nous avons répété sur les fig. 9 et 11 les tracés correspondants aux produits de ces derniers systèmes, et on remarque que bien qu'on en obtienne, à égalité de section de piston, un volume d'eau plus considérable, la régularité du jet n'en est pas plus grande.

POMPE A INCENDIE,

Par MM. GUYON frères, à Dôle.

(PLANCHE 8.)

Cette pompe a sa bâche, son balancier et son récipient analogues avec celles à cylindres verticaux adoptées le plus communément (1), avec cette différence cependant que le mouvement est directement transmis par un piston. La disposition ingénieuse de ce piston forme toute la particularité de la machine, qui est simplement composée d'un solide annulaire creux, dans lequel se meut un solide de même forme garni de soupapes à chaque extrémité. Deux soupapes fixes intérieures complètent tout le mécanisme, et l'eau puisée dans la bâche est alternativement aspirée par chaque extrémité du tore ou piston mobile, pour être refoulée dans un réservoir commun.

Nous donnons sur la fig. 12 de la pl. 8 une coupe verticale du corps de pompe faite suivant l'axe du solide annulaire creux; nous pensons que cette vue fera suffisamment comprendre tout le jeu de la machine : elle représente d'ailleurs toute la partie nouvelle qui la constitue.

Le corps de pompe est formé de deux parties A A′ fondues séparément et boulonnées vers le centre. La partie supérieure A conduit l'eau au récipient supérieur, qui se boulonne à la bride *y*, et fait elle-même l'office de régulateur à air; elle porte en outre deux orifices *b* sur lesquels se boulonnent les tuyaux d'ascension. La partie inférieure A′ reçoit le piston; elle est fondue avec deux patins B, servant à fixer la pompe au fond de la bâche, et avec deux fortes nervures dont le centre, disposé en forme de moyeu, est alésé pour recevoir un tourillon fixe en fer *o* qui sert d'axe ou de point d'appui au balancier moteur. Celui-ci se bifurque à l'endroit du corps de pompe, de sorte que sa projection horizontale a la forme d'une ellipse dont le grand axe serait environ deux fois et demie plus grand que le petit.

Le piston creux P est en bronze, tourné avec soin; il est percé à sa partie inférieure d'une ouverture *e* servant de prise d'eau; vers son milieu son contour s'aplatit pour recevoir en retour d'équerre un appendice au balancier partant justement du centre d'oscillation, de sorte que ce levier décrit dans son mouvement un arc de cercle d'un rayon égal à celui du corps de pompe.

Les deux extrémités du piston sont munies de soupapes d'aspiration *s*. Toutes ces parties étant immergées l'eau s'introduit par l'ouverture *e*, et de là derrière les soupapes par la pression atmosphérique; un cuir embouti *p* ferme hermétiquement cet assemblage.

Outre les soupapes d'aspiration dont sont munies les extrémités du pis-

(1) Voir *Publication Industrielle*, tome IV, 9e liv.

ton, le corps de pompe renferme encore deux soupapes de refoulement s' assemblées précisément au joint des deux parties A A'. Cette disposition permet d'obtenir un ajustement simple et très-convenable, un grand diamètre et une levée suffisante, de manière à satisfaire le mieux possible aux conditions théoriques et pratiques, et à éviter les pertes de charges produites par les étranglements et les changements brusques de section.

TRAVAIL DE LA POMPE A INCENDIE.

Dans une manœuvre ordinaire on a trouvé qu'avec une vitesse de 45 à 46 coups par minute on obtiendrait pour volume théorique 336 litres, puisque chaque coup peut fournir 7 lit. 35, d'après les dimensions.

Pour avoir le travail réel il faut tenir compte des pertes de charge dues à toutes les résistances passives, comme le frottement du piston contre les garnitures, le frottement de l'eau dans les divers tuyaux, l'étranglement des soupapes, les changements brusques de direction du fluide, le poids des soupapes, l'inertie de l'eau à mouvoir, etc., en tenant compte pour ces estimations des coefficients pratiques trouvés dans des conditions analogues.

L'expression du travail indiqué par d'Aubuisson est,

En appelant D le diamètre du piston,
H la pression dans le récipient,
V la vitesse de parcours par ',

$$848\ D^2\ H\ V.$$

La vitesse du piston est celle que possède le centre de ses surfaces de base, l'angle d'inclinaison du rayon avec la position extrême est de 41°; le rayon de courbure du piston est de 0^m285.

On trouve, d'après ces données, que le chemin circulaire décrit par le piston est de 0^m406 par coup, et que le travail total est de 198.13 kilogrammètres, et comme d'après les expériences le travail en fonction de la pression et du débit est seulement de 182.28 kilogrammètres, on a

$$\frac{182,28}{198,13} = 0.92 \text{ pour l'effet utile.}$$

Le chemin vertical parcouru par le bout du balancier dans une seconde, est de 1^m65, l'effort employé est donc de $110^k\ 47$ avec 14 hommes accouplés aux leviers ; chacun d'eux n'exerce qu'un effort de $7^k\ 89$.

Le prix d'une telle pompe, montée sur son chariot et munie de tous les accessoires ordinaires, est de 2,000 francs, prise aux ateliers des constructeurs.

Déjà à l'Exposition de 1844 on a pu remarquer une pompe à mouvement circulaire alternatif établie par la maison Estlimbaum et Ce, mais avec cette différence qu'au lieu d'un piston annulaire mobile c'était un diaphragme rectangulaire se mouvant alternativement, suivant le mouvement du balancier, dans une capacité cylindrique formant corps de pompe.

MACHINES A FAÇONNER

LES FORMES, LES SABOTS, LES BOIS DE FUSILS ET DE PISTOLETS

Construites par **M. DECOSTER**, Ingénieur-Mécanicien à Paris,

Et brevetées au nom de **M. DE BARROS**, Ingénieur portugais.

(PLANCHES 9 ET 10.)

Lorsque, vers 1834, M. Émile Grimpé proposa au gouvernement de fabriquer les bois de fusils par des moyens mécaniques, une commission spéciale fut chargée d'examiner la question, qui fit alors beaucoup de bruit. Des fonds considérables furent votés par l'État, afin d'acquérir les machines, mais malgré toute l'importance qu'on y avait d'abord attachée, cette affaire n'eut aucune suite, les appareils n'ayant point été exécutés; la somme convenue ne fut pas versée. Cependant quelques années plus tard, en 1839, on parla encore beaucoup des procédés Grimpé, pour façonner toute espèce d'objets en bois plus ou moins ornementés, et principalement destinés à la confection des meubles; une première récompense fut accordée par le jury à l'inventeur, et à la Société qui s'était formée pour cette exploitation, aux Thernes, près Paris; mais l'usine établie sur une vaste échelle ne fabriqua point, les machines n'y furent même pas montées.

M. E. Grimpé, qui s'est fait breveter seulement en 1838 pour ces diverses machines, comprit dans son privilége, non-seulement celles relatives à la fabrication complète des bois de fusils, mais encore celles propres à la confection des formes, des sabots et d'une foule d'autres objets en bois. Les appareils qu'il a décrits se distinguent par l'emploi d'outils tranchants disposés sur la circonférence de disques mobiles, suivant tous les contours déterminés par le contact de touches sur des modèles en fonte.

Un ancien élève de l'école de Châlons, M. Durod, de nos amis, qui s'est occupé de forge et de mécanique, imagina, en 1841, une machine spéciale et fort ingénieuse, pour faire des sabots de toutes formes et de toutes dimensions. D'un pays où les habitants s'occupent beaucoup de ce genre de fabrication, surtout en hiver, il pensa que, malgré le bas prix de la main-d'œuvre, et malgré les grandes difficultés d'exécution, il serait possible de remplacer le travail manuel par un procédé mécanique beaucoup plus

prompt, plus exact et plus économique. Il est en effet parvenu, après bien des peines, il est vrai, à des résultats extrêmement remarquables, et dont nous avons eu entre les mains plusieurs échantillons; son système consiste en une mèche particulière, coupant à la fois par bout et sur les côtés, et animée d'un mouvement de rotation rapide : un genre de pantographe, fort curieux, par toutes les positions qu'il peut prendre, permet de faire arriver la mèche dans toutes les directions, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, de sorte qu'une seule machine suffit pour dégrossir et finir les objets. M. Durod s'est proposé d'appliquer également son appareil à la confection des formes, des bois de fusils et de pistolets, mais nous ne sachons pas que cette application ait été faite.

Vers la même époque, M. Fargues, cordonnier à Paris, avait formé la demande d'un brevet d'invention de cinq ans pour une machine spéciale propre à la fabrication des formes, mais il ne donna pas suite à cette demande qu'il retira avant la délivrance du brevet. Cependant il continua à s'occuper de cette machine qu'il mit à exécution en 1845, époque à laquelle il prit alors un brevet de quinze ans. Son système consiste en une scie droite alternative, marchant comme les scieries à placage (1), et qui attaque à la fois plusieurs madriers en bois, mobiles sur eux-mêmes, avec deux modèles de fonte placés sur les côtés du châssis qui les porte, et avec lesquels se mettent constamment en contact des touches qui ont pour objet de guider le travail de la scie.

Une machine exactement semblable, exécutée par M. Tamisier, mécanicien, à Paris, et brevetée aussi en son nom, le 4 juillet 1845, fut également proposée pour fabriquer en même temps trois ou quatre paires de formes; nous l'avons vue très-bien fonctionner, mais il ne paraît pas que jusqu'ici on en ait tiré un grand parti.

Déjà, en 1840, MM. Deffous et Riperty, d'Autun, s'étaient fait breveter pour une machine à fabriquer les formes de chaussures, et consistant en scies circulaires animées d'un mouvement de rotation et râpant les bois soumis à leur action, jusqu'à ce que la forme-modèle touche la surface d'une rondelle régulatrice.

Plusieurs machines employant des scies et des fraises de petit diamètre ont été essayées chez M. Mariotte, pour façonner les bois de fusils et y pratiquer des entailles. On se rappelle que M. de Girard avait envoyé à l'Exposition de 1844, des bois de fusils également fabriqués mécaniquement.

Mais il faut bien le dire, soit que ces divers systèmes n'aient pas été convenablement exécutés, soit qu'ils ne pussent remplir exactement l'objet que l'on s'était proposé, nous n'avons pas connaissance qu'on en ait fait l'application sur une certaine échelle, pour en obtenir des résultats continus et manufacturiers. C'est qu'en mécanique, il est très-souvent nécessaire d'avoir, d'une part, une grande persévérance, un grand désir d'atteindre le but, et de l'autre, de risquer des fonds quelquefois considérables avant de

(1) Nous avons publié dans le IVe vol. une telle scierie avec tous ses détails.

parvenir ; la plupart des inventeurs ne sont pas dans la position de remplir toutes ces conditions ; aussi il n'est pas rare de voir des inventions abandonnées, reprises plus tard, avec des changements ou des améliorations plus ou moins considérables, qui les rendent tout à fait réalisables.

Nous pouvons le dire sans crainte, les intéressantes machines de M. de Barros que nous allons faire connaître dans ce Recueil, ne sont véritablement arrivées au point où nous les avons dessinées que par une suite d'essais, de perfectionnements successifs qu'une persévérance active et continuelle a seule permis d'obtenir. Confiées d'ailleurs aux mains d'un constructeur habile, qui y a apporté tout son zèle, toute son intelligence, elles ont atteint un résultat vraiment remarquable, que nous avons pu constater par nous-même avec une grande satisfaction.

Ces appareils ne ressemblent en rien, tant ils sont modifiés, à ceux que nous venons d'énumérer ; ils reposent bien, à vrai dire, sur un principe analogue à l'un de ceux indiqués plus haut, si on veut comprendre comme principe l'outil proprement dit qui opère, c'est-à-dire sur l'emploi de scies circulaires et de lames à rotation rapide, mais jusqu'aux formes et dimensions de ces outils, tout est changé, à plus forte raison le mécanisme qui est tout différent et d'une construction très-simple et très-rationnelle, comme il sera facile de s'en convaincre.

DESCRIPTION DES MACHINES A FAÇONNER,

REPRÉSENTÉES PL. 9 ET 10.

Les appareils que nous avons vus fonctionner et fait relever avec soin chez M. Decoster, comprennent :

1° Une machine spéciale pour le façonnage des formes en bois ou d'autres objets analogues ;

2° La machine propre à la confection des bois de fusils ou de pistolets de toutes dimensions ;

3° Et comme accessoires utiles, l'appareil destiné à préparer ou arrondir les parties qui reçoivent le canon de fusil, puis l'appareil à y faire la rainure ou gorge conique et celle qui reçoit la baguette.

Dans chacune des deux premières machines, l'auteur fait usage de fraises circulaires animées d'un mouvement de rotation rapide, dont la denture angulaire coupe non-seulement par bout, mais encore par les côtés, non-seulement en dehors, mais en dedans, disposition très-avantageuse qui permet de faire des copeaux et non de la sciure ou de la poussière, et de se dégager constamment du bois, quelle que soit l'épaisseur à traverser.

Nous avons dû, pour l'intelligence parfaite de la construction de ces nouvelles scies ou fraises circulaires, les représenter en détails séparés sur une grande échelle, fig. 1 à 3 (pl. 9) et leur denture de grandeur d'exécution sur les fig. 1 *bis* à 3 *bis*.

Fraises circulaires. — La fig. 1re montre l'une de ces nouvelles

lames dentées A, vue de face du côté de la simple denture angulaire *a*.

La fig. 3 la fait voir sur la face opposée, qui comprend une seconde série de denture *b*, moins longue que la première, mais tranchante en dedans, c'est-à-dire du côté intérieur, afin de servir à enlever la matière en relevant, pour que le bois ne gêne pas le mouvement de la fraise, malgré la masse où elle se trouve engagée.

La fig. 2 est une section par l'axe de cette fraise montée sur son arbre en fer B, et solidement fixée entre une embase *c* et un écrou *d*.

Les fig. 1 *bis*, 2 *bis* et 3 *bis*, représentent les mêmes vues de quelques dents de cette fraise, de grandeur naturelle.

Nous devons le répéter, ce n'est qu'après bien des essais de tous genres sur la taille et la forme des dentures de ces scies que M. Decoster est parvenu à vaincre toutes les difficultés pratiques qui se sont rencontrées dans la mise à exécution de cette invention; aussi on peut regarder comme un point capital les nouvelles formes de ces fraises, pour les rendre ainsi tranchantes à la fois par bout, par côtés et même par l'intérieur. Comme les applications en sont très-intéressantes et qu'elles peuvent être en usage dans bien d'autres machines, nous avons cru devoir les dessiner avec détails et avec toute l'exactitude possible.

Touches circulaires. — Les *touches* qui s'appuient sur les modèles de fonte en relief, pour servir de guide aux lames dentées, sont aussi particulières. Au lieu de se réduire à de simples pointes coniques, comme on l'a fait dans divers cas, comme par exemple dans les machines à sculpter, le constructeur leur a donné au contraire une forme cintrée ou circulaire correspondante à celle de la circonférence extérieure des fraises, afin que le contact de celles-ci sur le bois qu'elles attaquent corresponde exactement avec celui des touches sur les modèles ou gabarits.

On voit par les fig. 4, 5 et 6 qui représentent l'une de ces touches, en élévation, en plan et de profil, qu'elle se compose d'une sorte de segment d'acier C, assujéti à la partie inférieure de la tige verticale D, dont on règle la position à volonté par la vis de rappel E, surmontée d'un volant à main qui permet de la faire tourner très-facilement. Ce segment se termine en biseau circulaire dont le rayon est le même que celui des scies, de sorte que quelle que soit la position des touches sur leurs gabarits, celle des lames se trouve être la même par rapport aux morceaux de bois à façonner, condition essentielle pour que ces morceaux prennent parfaitement tous les contours des modèles.

Cette forme cintrée de touches en biseau est d'une grande importance comme application, non-seulement aux machines à formes ou à sabots, mais encore aux machines à bois de fusils.

Machines a façonner les formes. — La fig. 7 (pl. 9) représente une projection latérale de la machine à formes.

La fig. 8 en est un plan général vu en dessus, en supposant seulement deux paires de formes en confection, mais l'appareil construit est notablement

plus large, pour permettre d'en exécuter un plus grand nombre à la fois.

La fig. 9 est une vue de face sur le devant de la machine; et la fig. 10 une section transversale faite suivant la ligne 1-2 du plan.

On voit par ces dessins qu'en tête de la machine on a disposé une longue vis de rappel E', qui est filetée sur la moitié de sa longueur, d'un pas à droite, et sur l'autre moitié d'un pas à gauche, afin de faire tourner une première série de formes F et leurs gabarits ou modèles en fonte G dans un sens, et la seconde série dans le sens diamétralement opposé. Cette vis se prolonge d'un bout, pour porter une poulie F' par laquelle elle reçoit son mouvement de rotation qu'elle communique à la fois avec toutes les roues droites G', dentées en hélice et montées sur des douilles creuses *e*, servant de manchons aux écrous à griffe *f*. Ces écrous reçoivent les vis *e'* dont la partie extérieure porte les petits volants à main *d'* et dont le mouvement effectue le serrage ou le desserrage des objets à façonner (Voir pour les détails de ce mécanisme, la fig. 14, pl. 9, relative aux bois de fusils et dans laquelle cette partie est analogue aux machines à formes). Entre les griffes *f*, et celles opposées *f'* sont pincés les morceaux de bois F préalablement dégrossis, qui doivent être façonnés sur la machine, et qui reçoivent ainsi un mouvement de rotation très-lent, puisque le rapport entre la vis et le nombre de dents des roues est d'environ de 1 à 40.

Les deux gabarits G qui servent de guides ne sont pas exactement semblables, l'un correspond à la chaussure de gauche, et l'autre, qui tourne en sens contraire, à celle de droite, de manière à permettre de façonner à la fois autant de formes du pied gauche que du pied droit. C'est ce qui a déterminé le constructeur à établir le mouvement d'une partie des pièces dans un sens et celui de l'autre partie dans le sens opposé.

Les griffes ou pinces *g* et *g'* qui retiennent les modèles ou gabarits ne sont pas semblables aux premières *f* et *f'*; comme ces gabarits sont en fonte, on a pu à l'avance ménager à leurs extrémités des portées qui permettent de les entrer dans les pinces et de les y serrer par des pattes ou des vis. Les tiges ou les axes qui portent les griffes *g'* se prolongent au delà, comme le montre la fig. 7, pour servir à commander par les pignons *h* qu'ils portent, les deux roues droites H, qui sont elles-mêmes rapportées à l'extrémité des deux vis latérales et parallèles I, et par suite à faire avancer lentement tout le système porte-lames et porte-touches. A cet effet, ces vis traversent les écrous filetés *i* qui sont engagés entre les pattes des chariots horizontaux J avec lesquels font corps les supports K de l'axe transversal L; par conséquent, lorsque la machine fonctionne, les vis latérales I tournent, et font, à chaque révolution, avancer les chariots J, et avec eux la traverse L. Or, cette dernière porte non-seulement les bras en fer méplat M, à l'extrémité desquels sont ajustées les poupées D' qui renferment les tiges des touches circulaires C, mais en outre les axes en fer tourné B, qui portent les scies ou fraises circulaires A, et qui vers ces dernières sont également soutenues dans une seconde traverse L' semblable à la pre-

mière, et renfermant comme elle des douilles en bronze qui servent de coussinets aux tourillons de ces axes. Il résulte de la disposition adoptée que tout le système avance nécessairement avec les chariots, et toujours en proportion avec la vitesse de rotation des gabarits et des bois travaillés.

Comme l'auteur a jugé nécessaire de pouvoir, au besoin, faire marcher tout ce système à la main, chaque fois qu'il faut, par exemple, le ramener à sa position primitive, il a additionné à l'extrémité des deux vis de rappel les petits pignons d'angle *j*, avec lesquels engrènent les roues *j'* dont l'axe commun *k* se tourne à la main par une manivelle que l'on rapporte à l'une de ses extrémités. Il a aussi ajouté un mécanisme analogue pour permettre de régler exactement la hauteur de tout le système au-dessus des gabarits et des formes. Ce mécanisme consiste en deux courtes vis parallèles N (fig. 10, 11 et 12), taraudées dans des oreilles ou équerres coudées *n* solidaires avec les bras M et mises en communication par les deux paires de roues d'angle *l*, *l'* et l'axe transversal *m* que l'on manœuvre également à la main. Il est facile de concevoir, à l'aide des différentes figures du dessin, que lorsqu'on fait tourner ces vis dans le sens convenable, on oblige tout le châssis porte-lames et porte-touches à s'élever, et réciproquement lorsqu'on les fait tourner en sens contraire, on l'oblige à descendre. Un toc à surface courbe *n'* est rapporté à la partie inférieure de chaque vis N, et butte sur la face droite horizontale du bâtis de fonte Y (fig. 7 et 10), pour permettre de régler ainsi la position du système avec toute l'exactitude désirable. On peut d'ailleurs régler, en outre, les positions de chacune des touches C, indépendamment l'une de l'autre, à l'aide des petites vis de rappel E, dont nous avons déjà parlé, et qui, logées dans les douilles D', sont munies chacune d'un volant à main ou d'une manivelle.

Les traverses en fer L et L' qui soutiennent les axes des fraises sont fixées par des écrous aux deux bras, afin de suivre absolument les mêmes inclinaisons et les mêmes mouvements que ceux-ci. A l'extrémité des axes sont ajustées les petites poulies O, lesquelles sont sans joue, pour ne pas gêner la marche de la courroie de commande P qui passe successivement de l'une à l'autre, comme le montre la fig. 9. Il était utile de placer d'un côté une fourchette *p*, pour retenir et guider la courroie dans son plan vertical, en la maintenant en même temps tendue par un rouleau Q et par des poids *p'* suspendus à un crochet qui est attaché à l'extrémité d'un levier ayant son point d'appui à l'intérieur du bâtis Y. Le tambour moteur de toute la machine est placé sur un arbre spécial et est assez long pour commander la poulie F' et en même temps les poulies O, quelle que soit la position que celles-ci occupent en avant ou en arrière de l'appareil.

MACHINE A FAÇONNER LES BOIS DE FUSILS,

REPRÉSENTÉE FIG. 13 ET 14, PL. 9 ET PL. 10.

La machine à façonner les crosses des bois de fusils est tout à fait ana-

logue à la précédente, si ce n'est que toutes les pièces du chariot et du bâtis sont nécessairement plus longues, aussi nous nous sommes contenté de n'en représenter qu'une partie. La fig. 13 (pl. 9) est une élévation d'un gabarit en fonte logé entre les griffes à vis qui le serrent et lui impriment un mouvement de rotation. La fig. 14 est un fragment de section horizontale faite à la hauteur de l'axe du gabarit, et d'un bois de fusil.

Pour peu qu'on examine avec quelque attention ces deux figures, on peut aisément reconnaître que le mécanisme est le même que celui indiqué ci-dessus. Il a suffi évidemment de donner aux principales pièces, comme au chariot, aux vis de rappel qui le font mouvoir, aux bras des touches et aux axes des fraises, des dimensions plus considérables, suivant la longueur même des gabarits et des bois à travailler; devant toujours faire ces bois de fusils d'une seule pièce, il était important de combiner l'appareil pour remplir ce but. M. Decoster avait cru d'abord devoir faire une addition qui permît de faire marcher le chariot à des vitesses différentes, suivant que l'on eût travaillé sur la *crosse* du fusil ou sur le canon; dans le premier cas, il faisait avancer le système moins rapidement que dans le second. A cet effet l'axe prolongé des gabarits G, portait deux pignons au lieu d'un seul; ces pignons de diamètres différents engrenaient avec des roues correspondantes que l'on pouvait embrayer ou débrayer à volonté. Mais depuis l'application de la machine spéciale propre à arrondir toute la partie dite le canon, et qui opère très-rapidement comme on le verra plus loin, il suffit évidemment d'une seule vitesse et, par suite, d'un seul engrenage.

La section horizontale, fig. 14, montre bien comment les gabarits et les bois sont pincés entre les griffes *g* et *g'*, et comment ces griffes, à l'aide des pignons *h*, reçoivent leur mouvement de rotation; elle montre en outre qu'à l'aide de petites vis filetées *e'* et de petits volants *d'*, l'ouvrier peut régler le serrage à sa volonté; disposition qui est aussi exactement la même dans la machine à formes. Les douilles ou tiges creuses *e'* sont ajustées et mobiles dans les manchons cylindriques en fonte Z, qui sont solidaires avec le côté antérieur du bâtis Y; il en est de même pour les tiges des griffes *f'* et *g'*; elles sont aussi ajustées et mobiles dans les parties Z', également assujéties vers le milieu du bâtis.

Comme la longueur des bois pour les fusils de guerre est assez considérable, le constructeur avait jugé utile, pour éviter les vibrations qui pourraient résulter du travail des fraises, d'additionner des traverses sur la longueur des parties minces; les chapeaux qui les recouvraient y étaient retenus par des vis ou des boulons qui permettaient de les retirer toujours avec facilité, mais actuellement, en ne faisant faire à la machine que le façonnage des crosses, cette précaution est superflue.

L'ouvrier peut être prévenu lorsqu'il est arrivé à la fin de la course par un mécanisme de débrayage adapté sur le côté de la machine et de manière à être rencontré par un goujon fixé au chariot.

L'auteur a cherché à faire en sorte que ce mécanisme opère sans que l'ouvrier ait à s'en occuper.

POLISSAGE DES BOIS FAÇONNÉS. — Nous devons mentionner une addition qui n'est pas sans importance et qui est relative au poli à donner au bois, lorsqu'il sort de la machine à façonner. L'auteur a imaginé de le soumettre à l'action d'une courroie couverte de verre pilé et animée d'une vitesse très-grande : il suffit que l'ouvrier présente le bois à cette courroie, en le changeant de position successivement pour enlever toutes les aspérités et unir toute la surface sans la déformer, opération qui s'effectue avec une extrême rapidité.

MACHINE A FAIRE LA RAINURE

DESTINÉE A RECEVOIR LE CANON DE FUSIL ET REPRÉSENTÉE PL. 10.

On sait que le canon de fusil est encastré dans le bois sur toute sa longueur, et que la gorge ou rainure pratiquée dans celui-ci, doit être plus large et plus profonde vers la crosse que vers le bout. Jusqu'à présent cette opération s'est faite à la main, comme la forme extérieure du bois.

Pour compléter son système de fabrication, M. Decoster s'est occupé de rechercher un moyen simple qui permît d'exécuter cette longue rainure, avec célérité et une grande économie. Après quelques essais l'auteur est parvenu aux meilleurs résultats, avec un appareil qui pratique la rainure en quelques minutes seulement, et avec une précision qui ne laisse rien à désirer.

La machine, exécutée à cet effet par M. Decoster, consiste d'une part, dans l'application d'une sorte de gouge animée d'un mouvement de rotation rapide, et de l'autre dans la disposition d'un siége mobile sur lequel se place le bois à rainer, et qui reçoit non-seulement un mouvement rectiligne, pour s'avancer graduellement contre l'outil, mais encore un mouvement oscillatoire, ou double mouvement circulaire alternatif autour d'un point fixe situé à son extrémité.

L'axe de la gouge est porté par un support à vis de rappel, pour permettre de le rapprocher plus ou moins du bois qu'elle doit attaquer.

Le siége en fonte sur lequel celui-ci est retenu, repose sur une table horizontale qui, à l'aide d'un pignon droit, engrenant avec une crémaillère fixe adaptée au banc de la machine, peut marcher dans le sens de sa longeur, en entraînant avec elle le siége et le bois qui s'offre ainsi à l'action de l'outil.

Pendant ce temps, un excentrique à gorge héliçoïde, et à section elliptique, porté par un axe horizontal à l'extrémité du siége, transmet à celui-ci un mouvement d'oscillation autour d'un boulon rapporté à l'autre bout. Il résulte de cette combinaison fort simple, que le bois attaqué par la gouge, ne suit pas rigoureusement une ligne droite, mais marche à droite et à gauche, monte et descend au fur et à mesure qu'il approche

de l'outil, de sorte que la rainure, qui d'abord n'a vers le bout du canon que la largeur correspondante à celle de la gouge, s'élargit de plus en plus en avançant vers la crosse, comme il est nécessaire.

Il sera facile de bien comprendre la disposition entière de cette nouvelle machine en jetant les yeux sur le dessin pl. 10.

La figure 1re représente une coupe verticale et longitudinale de la machine toute montée, faite suivant la ligne 1-2.

La fig. 2, est un plan général vu en dessus.

La fig. 3, une vue par bout du côté de l'excentrique à hélice qui produit le double mouvement.

La fig. 4, une section transversale suivant la ligne 3-4 et en regardant du côté des poulies de commande.

On voit par ces figures que le bois de fusil A est couché horizontalement sur un siége en fonte B, qui est susceptible de recevoir un mouvement rectiligne dans le sens de sa longueur et en même temps un mouvement transversal et alternatif autour de l'une de ses extrémités. Ce siége de fonte est placé sur une table horizontale C, qui est ajustée avec soin sur le banc en fonte D, bien dressé à sa base supérieure et sur ses côtés, et portant à l'intérieur une longue crémaillère droite et fixe E. Un pignon F, dont l'axe est adapté à la table C, engrène avec cette crémaillère qui, lorsqu'il tourne sur lui-même, l'oblige à s'avancer et en même temps à faire marcher la table et tout ce qu'elle porte.

Or, pendant que ce mouvement rectiligne a lieu, le siége et le bois de fusil qui y est retenu reçoivent un autre mouvement circulaire alternatif autour d'un boulon *a* (fig. 1re), rapporté à l'extrémité de la table, et servant de pivot. Ce mouvement est produit par l'excentrique à hélice G dont les détails (fig. 6, 7 et 8) montrent bien la forme. Porté par un axe *b* dont les coussinets sont adaptés à l'autre extrémité de la table, cet excentrique reçoit dans sa gorge héliçoïde un gougon *c* fixé au bout du siége, de sorte que, dans sa rotation, il force nécessairement le goujon et par suite le siége et le bois de fusil à osciller alternativement à droite et à gauche, autour du boulon *a*. Et en outre, comme la gorge de cet excentrique n'est pas cylindrique, mais présente, au contraire, en section la forme d'une ellipse (fig. 7), le goujon *c* est obligé de monter et de descendre, en même temps qu'il marche à gauche et à droite. Cette extrémité du siége et du bois de fusil est donc ainsi animée d'un double mouvement circulaire alternatif produit par la combinaison même de l'excentrique G. L'axe de ce dernier portant la poulie *d*, est commandé par une courroie sans fin *e*, qui passe sur les rouleaux de tension *f*, et de renvoi *f'*, et en outre sur la petite poulie *g*, montée sur l'arbre moteur *h* de la machine. Il porte aussi à l'autre extrémité le petit pignon *i* qui engrène la roue intermédiaire *j*, solidaire avec le deuxième pignon *k*, lequel commande la roue *l*, montée sur l'axe du pignon F, qui engrène avec la crémaillère. Ainsi, la même courroie *e* imprime à la fois au siége B un mouvement rectiligne, dans le sens de sa

longueur et en même temps un mouvement oscillatoire autour de l'une de ses extrémités par l'excentrique héliçoïde.

Pendant ce temps l'outil H, dont le taillant est en forme de gouge comme le montrent les fig. 9 et 10, reçoit un mouvement de rotation très-rapide, par l'axe I sur lequel il est monté, et qui porte la poulie à joues K, commandée par une plus grande L, fixée sur l'arbre de couche *h*. Le support vertical M, qui est élevé au-dessus du bâtis pour porter cet axe I, est garni de coussinets très-larges N, et permet de la monter ou de la descendre à volonté pour régler exactement la position de l'outil par rapport à la pièce qu'il doit attaquer.

Il résulte de cette disposition que la gouge, en tournant sur elle-même, découpe le bois de fusil et y pratique une gorge ou rainure *r* (fig. 11), qui à l'entrée, c'est-à-dire vers le bout du canon, du côté du pivot fixe *a*, est exactement demi-circulaire, comme la partie tranchante de l'outil, et a le même diamètre; mais comme le bois avance au fur et à mesure qu'il est attaqué, et que par suite le boulon *a* s'éloigne vers la droite, le mouvement oscillatoire se fait sentir de plus en plus, la rainure s'agrandit, parce que la gouge attaque le bois sur une plus grande largeur, et en même temps sur plus de profondeur; de telle sorte que lorsqu'on arrive vers la crosse, l'entaille est sensiblement plus large et plus profonde; on a donc produit une rainure conique plus étroite à l'entrée vers le bout du canon que vers la lumière, du côté de la crosse; opération essentielle qui n'avait pas été effectuée jusqu'ici mécaniquement.

Les deux autres poulies L′ et L^2 placées près de la précédente L sur le même axe *h* servent, l'une à recevoir le mouvement de rotation de l'arbre moteur qui déjà commande la machine à façonner, et l'autre à interrompre ce mouvement quand on le juge nécessaire.

Les tablettes avancées P qui existent de chaque côté du bâtis, sont destinées à porter les divers outils et autres pièces qui doivent être constamment à la portée de l'ouvrier chargé de diriger la machine, de monter et de démonter les bois.

MACHINE A ARRONDIR LA PARTIE DU CANON

ET A FAIRE LA RAINURE DE LA BAGUETTE, PL. 10.

Pour accélérer la fabrication des bois de fusils, le constructeur a pensé qu'on pourrait éviter d'effectuer toute l'opération des scies sur la machine à façonner. On peut, en effet, se contenter d'y faire seulement les crosses après avoir préparé les canons sur un appareil accessoire (fig. 4 et 5), qui a beaucoup d'analogie avec le précédent.

Il a reconnu, à ce sujet, qu'il était possible de façonner cette partie du bois de fusil, à peu près comme il produit la longue rainure demi-circulaire et conique *r* qui reçoit le canon, en employant au lieu d'une gouge, un outil particulier O qui a la forme d'un fer à cheval, tranchant sur tout

son développement et animé d'un mouvement de rotation très-rapide.

Nous avons dessiné cette forme particulière d'outil sur les fig. 12 et 13, pl. 10. On voit que son arête tranchante *m o n*, prend exactement le contour de la section correspondante au bout du canon du côté de la crosse. Par conséquent si, après avoir monté cet outil à l'extrémité de l'axe horizontal I qui tourne sur lui-même avec une grande vitesse, on présente à son action un long prisme de bois A′ à section rectangulaire (fig. 14), comme est celle du bois débité à cet effet, on lui donnera nécessairement la même forme (fig. 15).

Mais on sait que la section n'est pas de même dimension dans toute la longueur du canon ; elle est plus forte vers la crosse que vers l'autre extrémité, il faut donc s'arranger, comme pour la gorge, de façon à ménager cette différence qui produit une espèce de cône peu prononcé.

La machine disposée pour effectuer ce travail, remplit parfaitement cette condition, en faisant deux passes au lieu d'une A l'examen des fig. 4 et 5, on peut aisément se rendre compte de l'opération.

Comme on commence le façonnage par cette première opération, on prend le bois brut, tel qu'il est découpé en épaisseur et en longueur dans le madrier destiné à cet usage et préalablement dressé sur une face au rabot ; ce prisme repose, par toute cette partie, sur un mandrin en fonte B′, et y est retenu contre un buttoir *b′* d'une part, et à l'aide de pattes ou de brides *c′* de l'autre. Des entailles longitudinales sont ménagées de chaque côté pour le passage de l'outil tranchant O.

Ainsi, lorsqu'on fait tourner ce dernier, et qu'on fait marcher le mandrin contre lui, le prisme de bois est attaqué sur les trois faces à la fois, et reçoit la forme arrondie. Seulement comme le canon n'est pas de même grosseur partout, mais qu'il diminue en cône, depuis la crosse jusqu'à l'autre extrémité, on obtient cette conicité en réglant la position du mandrin et du prisme de manière qu'à la première passe, il suive une direction parallèle à l'un de ses côtés, et à la seconde, une direction parallèle au côté opposé.

La machine permet d'obtenir ce résultat, parce que le mandrin est posé sur un chariot C analogue à celui de l'appareil précédent, et qui est muni d'une vis de rappel *v* placée latéralement vers le bout, et à l'aide de laquelle on pousse à volonté la pièce à droite ou à gauche de l'outil ; comme l'autre extrémité ne bouge pas, on comprend aisément que les deux côtés du canon peuvent successivement prendre la direction voulue.

L'appareil repose aussi sur un banc en fonte D qui est assujéti sur deux forts pieds Q réunis par des entretoises R. Il est en outre disposé avec un mécanisme tout à fait analogue à celui de la machine à faire les gorges, pour faire marcher le chariot C par un pignon F et une crémaillère droite E, et pour imprimer un mouvement de rotation à l'outil par poulies et courroies sans fin. De cette façon l'opération peut s'effectuer très-rapidement; et comme la pièce se monte aisément sur le mandrin, il n'en résulte au-

cune perte de temps, aussi une telle machine peut suffire à la préparation de tous les bois de fusils qui doivent ensuite être taillés à la machine à façonner, laquelle n'a plus alors à travailler que les crosses

De cette manière, la fabrication des bois de fusil est ramenée à trois opérations mécaniques distinctes, savoir : 1° celle relative à la préparation de la partie destinée à recevoir le canon ; 2° celle du façonnage des crosses ; 3° et celle de la gorge demi-circulaire et conique pour le canon.

On fait en outre la rainure *r'* (fig. 16), pratiquée sur le côté opposé à la gorge *r*, pour recevoir la baguette. On pratique cette rainure, en quelques secondes, à l'aide d'une sorte de gouge H', dessinée fig. 17 et 18, et qui se monte lorsque le bois est façonné sur la machine de préparation (fig. 4 et 5), en y plaçant alors le chariot convenable pour recevoir le bois retourné et le diriger sous l'outil, suivant une ligne qui se trouve exactement dans l'axe de la pièce.

Par cette combinaison il est facile de façonner avec les machines décrites plus de 140 bois de fusils en douze heures de travail, et seulement avec deux hommes pour monter et démonter ces bois sur les machines, pour surveiller celles-ci et pour polir les surfaces travaillées. Un tel résultat qui n'a jamais été obtenu jusqu'ici, est d'autant plus remarquable, qu'il est produit d'une manière précise, car toutes les pièces sont parfaitement identiques, ce qui est précieux surtout pour les armes de guerre.

On peut en outre avoir l'avantage, tout en employant les mêmes modèles de fonte, de produire, si on le désire, des bois de dimensions différentes, plus petites par exemple que celles des modèles, ce qui est quelquefois convenable pour les fusils de chasse.

RÉSULTATS DES MACHINES A FAÇONNER LES BOIS DE FUSILS, ET AVANTAGES QU'ELLES PRÉSENTENT SUR LE SYSTÈME MANUEL ORDINAIRE.

Invité à assister à des expériences publiques qui ont été faites chez M. Decoster, sur ces machines à façonner les bois, nous avons été à même de constater avec exactitude le travail dont elles sont capables et de comparer, par suite, la confection et le montage des bois de fusils, tels qu'ils ont été exécutés jusqu'ici à la main, avec une fabrique qui ferait usage des appareils de M. de Barros.

Nous croyons que nos lecteurs verront avec un grand intérêt les notes et les documents que nous avons rassemblés à cet égard et que nous donnons ici pour compléter la description qui précède.

Les machines à faire la partie extérieure du bois qui reçoit le canon de fusil, et à entailler, d'une part, la gorge conique, et de l'autre, la rainure pour la baguette, travaillent avec une rapidité telle qu'elles peuvent aisément suffire pour desservir plusieurs appareils à façonner, quoique conduites par un seul homme ; en effet, en moins de deux minutes et demie, l'ouvrier fixe le bois sur la première, rabote l'extérieur et démonte la pièce ;

il lui faut à peu près le même temps pour monter la pièce sur la machine à faire la gorge conique (1), effectuer cette opération et la remplacer par une autre, et enfin en une minute et demie à peine, il peut faire la rainure de la baguette, de sorte qu'en totalité l'ouvrier ne met pas plus de six minutes par bois de fusil pour les trois opérations. Deux ouvriers peuvent alors avec ces deux appareils accessoires préparer ainsi dix-huit à vingt bois par heure et par suite fournir aisément à l'alimentation d'une machine à façonner montée pour travailler huit bois à la fois, car celle-ci exécute son travail en une demi-heure et les pertes de temps sont presque nulles.

La machine à façonner que nous avons vue fonctionner chez M. Decoster n'est construite que pour six bois.

Nous avons constaté qu'à partir du moment où les bois sont montés et fixés entre leurs griffes, il faut vingt-neuf à trente minutes pour faire les crosses sur une longueur de 60 centimètres, et en imprimant aux bois et aux calibres une vitesse de rotation de dix tours par minute, c'est-à-dire que l'avancement ou le travail des scies sur chaque bois est de 2 centimètres par minute ou de 2 millimètres par révolution des griffes.

Les scies qui ont $0^m\,162$ de diamètre, font environ 800 révolutions par minute, c'est-à-dire que leur vitesse à la circonférence est 20 mille fois plus grande que celle des bois. Comme nous avons compté 80 dents sur le pourtour de chaque scie, on voit que pour débiter une largeur de 2 millimètres par révolution, chaque dent a fort peu de matière à enlever.

Nous avons remarqué en effet que ces vitesses ne sont pas exagérées, il nous a paru qu'on pourrait même sans inconvénient l'augmenter d'un 1/7 à 1|6, et par conséquent, exécuter en une demi-heure la façon des six crosses sur des longueurs de 68 à 90 centimètres, c'est-à-dire façonner par chaque heure de travail 12 crosses de fusils de munition, tels qu'on les emploie dans l'armée française.

Avec une machine un peu plus large, pouvant porter huit bois au lieu de six, et les deux gabarits, on ferait 16 crosses à l'heure,

$$\text{ou } 16 \times 12 = 192 \text{ en } 12 \text{ heures.}$$

Mais si l'on tient compte du temps employé pour monter les bois sur l'appareil, les régler, puis les démonter, quoique ce temps soit d'ailleurs fort court avec des ouvriers habitués à ce travail, qui déjà préparent le montage pendant que les appareils sont en activité, nous pouvons facilement admettre le résultat net de 160 crosses par jour; par conséquent, avec trois machines semblables et leurs accessoires, on peut compter sans crainte sur une fabrication journalière de

$$160 \times 3 = 480 \text{ bois de fusils,}$$

soit par année de 300 jours effectifs :

$$480 \times 300 = 144{,}000.$$

(1) On se rappelle que la gorge conique destinée à recevoir le canon, ne se pratique qu'après avoir façonné tout le bois extérieurement.

Il importe, pour bien apprécier l'avantage d'un tel résultat, de connaître, d'une part, le prix de revient de ces machines, les frais d'entretien, de force motrice, etc., afin d'en déduire le prix réel de la façon, et de l'autre, le temps employé par les ouvriers dans le système ordinaire, le prix de leurs journées, etc.; c'est ce que nous allons donner avec toute l'exactitude qu'il nous est possible.

FABRICATION MÉCANIQUE.

Frais des machines. — Le capital employé pour trois machines complètes, leurs accessoires avec la transmission du mouvement, est estimé.. 40,000 fr.

Le moteur, une machine à vapeur de 8 chevaux, une chaudière, fourneau, cheminée et accessoires............. 12,000

Total................. 52,000

Entretien des machines au taux de 6 p. 0/0 par an, ci..................................	3,120 fr.
Amortissement du capital........ id..........	3,120
Dix ouvriers dont un chauffeur, à 3 fr. par jour, ou par année de 300 jours, 900 fr., ci........	9,000
Charbon pour le moteur, environ 14 fr. par jour, soit pour 300 jours ou................	4,200
Huile, graisse, minium, étoupes, etc.........	300
Frais annuels............	19,740

Prix de revient. — Ainsi on trouve en divisant cette somme par le nombre de bois fabriqués mécaniquement que le prix de chacun est de 0 fr. 137 ou moins de 14 centimes.

Nous n'avons pas à tenir compte dans cette évaluation des dépenses pour les achats de terrains, des constructions de bâtiments etc., car elles sont évidemment communes à l'ancien comme au nouveau système. Il en est de même des frais de direction, de bureau et d'autres dépenses imprévues qui, d'ailleurs, peuvent être compensées par le rendement des copeaux, de la sciure de bois, etc. Le calcul précédent s'applique, comme on l'a vu, aux bois de fusils de la plus grande dimension ; par conséquent, on ferait plus, et par suite les frais diminueraient pour des dimensions moindres.

Avantages du système mécanique. — Pour former un calcul exact des avantages de l'emploi des machines de M. Decoster sur le système ordinaire à la main, il faudrait comparer seulement la façon qu'elles donnent aux bois de fusils, avec la même façon obtenue par le travail manuel, mais comme les données recueillies à cet égard portent sur la main-d'œuvre totale de la façon des bois et du montage de toutes les pièces qui composent la ferrure du fusil, nous avons été amenés au résultat suivant :

L'expérience a démontré qu'en France, l'ouvrier auquel on livre un bois de fusil non façonné et toutes ses ferrures, n'emploie jamais moins de 12 à 13 heures de travail pour rendre le fusil complet tout monté.

Le même ouvrier recevant avec les ferrures un bois de fusil déjà façonné par les machines précédentes, le complète en trois heures et demie à quatre heures au plus.

Par conséquent l'économie de temps, en faveur des machines, est donc au moins de huit heures, c'est-à-dire de 66 à 67 p. 0/0.

Or, si on calcule sur un salaire moyen de 3 fr. par journée de 12 heures et qu'on admette un bois de fusil fait à la main pendant ce temps, on voit que la main-d'œuvre pour ce travail coûte.................... 3fr. 000

Le prix de façon d'un bois fait à la machine revient, comme on vient de voir, à....... .... 0fr. 137

L'achèvement complet du fusil, ainsi préparé, exigeant 4 heures, le prix de main-d'œuvre s'élève donc à.. 1fr.

Par suite, le prix total de la façon et du montage du bois de fusil est de... 1fr. 137

Il y a donc, par l'emploi du système mécanique, une économie réelle sur chaque fusil, de................................ ..... 1fr. 863
c'est-à-dire plus de 60 p. 0/0 sur les frais de main-d'œuvre.

NOUVELLES DISPOSITIONS DE MACHINES TYPOGRAPHIQUES CONTINUES.

Par M. ROHLFS, à Paris.

Ces nouvelles dispositions de machines typographiques ont pour objet d'imprimer par un mouvement de rotation continu, à l'aide d'un prisme à plusieurs faces, soit des feuilles de papier sans fin, soit des feuilles coupées, avec une seule composition, et par suite avec une économie considérable dans la main-d'œuvre.

On a depuis longtemps déjà proposé des appareils à cylindres ou à prismes animés d'un mouvement rotatif, pour imprimer la typographie (1); mais les moyens imaginés, à ce sujet, pour faire mouvoir ces machines n'ont pu donner jusqu'ici les résultats qu'on en espérait. Persuadé cependant que par les progrès incessants qui se sont opérés généralement dans la mécanique, il serait possible aujourd'hui d'exécuter des machines reposant sur le même principe, mais avec des dispositions pratiques, qui les rendissent entièrement manufacturières, M. Rohlfs s'est occupé tout particulièrement de cette question.

Il a examiné d'abord le problème tout à fait à son origine, c'est-à-dire qu'il s'est

(1) Nous avons donné dans le Ve volume l'historique des machines à imprimer, avec la description complète et les dessins des meilleurs appareils en usage.

proposé d'arriver à imprimer d'une manière continue, en appliquant le prisme à base quarrée, tournant sur lui-même, et en cherchant à cet effet un mécanisme tout différent de ceux qui avaient été tentés jusqu'à présent.

On voit que le problème considéré sous ces points de vue, ne laissait pas que de présenter bien des difficultés, qui n'ont pas été résolues avec les systèmes proposés, et qui ont dû être étudiées d'une manière toute spéciale.

Ces dispositions s'appliquent soit à des machines simples, soit à des machines à un seul ou deux cylindres prismatiques.

Elles se résument ainsi :

1° Construction particulière du prisme ou des prismes qui portent sur chaque face les planches de caractères, construction telle qu'elle permet d'imprimer le papier sans interruption, et en ne laissant d'une page à l'autre que le blanc nécessaire, ce qui présente l'avantage de n'employer qu'une seule composition ;

2° Mécanisme des encriers et des cylindres encreurs, qui sont animés de deux mouvements distincts, l'un de translation et l'autre de rotation sur eux-mêmes ;

3° Combinaison et construction des cylindres qui présentent les feuilles de papier à l'action de chaque face du prisme ou des prismes ;

4° Principe de l'impression sur papier continu ou sans fin ;

5° Application du caoutchouc vulcanisé, soit sur les cylindres, soit sur les encreurs ;

6° Enfin, la disposition qui permet d'imprimer sur les deux côtés de la feuille à la fois, avec une seule composition.

D'après l'auteur, il résulte de ces dispositions nouvelles : 1° que l'on peut avec une machine simple, à un seul cylindre prismatique, imprimer trois à quatre fois plus vite qu'avec les presses employées jusqu'ici ; qu'elles apportent une très-grande économie, non-seulement dans la célérité mais encore dans la main-d'œuvre, en permettant de ne faire qu'une seule composition, ce qui est évidemment d'un très-grand avantage ; et qu'on peut même, en donnant aux cylindres et au prisme la dimension convenable, imprimer le double de journaux, en mettant deux feuilles sur la largeur, mais alors en appliquant deux compositions ; 2° que l'on peut également, en employant la machine double à deux prismes, tirer jusqu'à 10 à 12 mille feuilles par heure, avec deux compositions seulement et en marchant avec une parfaite régularité et une grande précision.

Depuis peu de temps on fait usage à Paris, pour imprimer le journal quotidien, *la Patrie*, d'une machine typographique américaine, à cylindre de grand diamètre, imprimant quatre à cinq feuilles à la fois.

On s'occupe aussi pour le journal *la Presse*, d'une machine à cylindre dont les caractères sont stéréotypés en une heure, et qui permettrait d'imprimer 9 à 10,000 feuilles à l'heure ; nous en rendrons compte.

INSTRUMENTS D'AGRICULTURE.

CHARRUE PERFECTIONNÉE

Par M. RONNET,

FILATEUR A PONT-MAUGIS, PRÈS SÉDAN.

RATEAUX MÉCANIQUES

Par M. PASQUIER,

MÉCANICIEN A LA FERTÉ-SOUS-JOUARRE.

(PLANCHE 11.)

La fabrication des instruments d'agriculture en France, quoique ayant fait bien des progrès depuis un demi-siècle, est encore loin d'être arrivée à son maximum de perfectibilité et d'économie, et cependant on doit comprendre combien il importe de les répandre, lorsqu'on pense que les deux tiers de la population entière de notre pays sont occupés à la culture et aux arts agricoles.

Or, quand il s'agit de produire par année pour plus de deux milliards de francs de céréales, qui souvent ne suffisent pas à l'alimentation de toute la population, il faut évidemment parvenir à perfectionner les moyens de travail, il faut que la mécanique concoure, comme la chimie, pour diminuer le nombre de bras employés, tout en augmentant les résultats.

A l'exception de quelques appareils très-intéressants et d'une ingénieuse combinaison, on a été péniblement étonné de ne rencontrer à l'Exposition de 1849, que des instruments très-ordinaires, entièrement connus, et n'offrant aucune amélioration qui méritât d'être mentionnée.

Nous devons toutefois citer avec plaisir plusieurs exposants très-recommandables, qui, déjà connus dans divers comices agricoles, se sont distingués soit par la bonne exécution de leurs machines, soit par les perfectionnements successifs qu'ils ont su y apporter. Ainsi, on a pu examiner avec beaucoup d'intérêt les charrues, les semoirs, les machines à concasser

les graines, etc., de M. Cambray père, qui a acquis dans cette fabrication une véritable réputation ; les appareils, les outils de tout genre de M. Laurent, ancien associé et successeur de M. Rosé ; les instruments perfectionnés de M. Moysen, habile agriculteur des Ardennes, et dont nous donnons plus loin une notice spéciale ; les trieurs de grains de M. Vachon, qui se répandent aujourd'hui dans toutes les contrées agricoles, et que nous avons fait connaître dans le cinquième volume de ce Recueil ; les râteaux mécaniques de M. Pasquier, qui serait bien riche actuellement, s'il avait été aussi heureux qu'il le mérite, et aussi bien récompensé qu'il a eu de persévérance et d'activité dans le travail ; les herses et les nettoyages à blé de M. Deck, mécanicien à Fécamp. On a dû aussi remarquer les divers systèmes de machines à battre le grain, parmi lesquelles quelques-unes montées sur voiture ou sur chariot, afin de pouvoir être facilement transportées d'une commune à l'autre, ou de grange en grange. Nous aurions désiré y rencontrer également la charrue à avant-train perfectionnée de M. Ronnet, qui est appelée, sans contredit, à rendre de grands services dans un grand nombre de localités. Nous allons, au moins, la faire connaître à nos lecteurs.

CHARRUE PERFECTIONNÉE

Par M. RONNET.

REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. 1 A 8, PL. 11.

M. Ronnet, tout étant filateur de laine depuis plusieurs années, s'occupe aussi beaucoup d'agriculture, et en observateur éclairé, comme en praticien habile, il a su dans diverses circonstances apporter des perfectionnements notables dans les appareils, les métiers ou les instruments qu'il emploie. Nous allons faire connaître particulièrement son système de charrue perfectionnée qui est vraiment très-remarquable. Reconnaissant par expérience les inconvénients que les charrues ordinaires présentent dans les applications, surtout lorsqu'on est obligé de les faire fonctionner sur des terrains raboteux, inégaux et présentant à la surface des irrégularités plus ou moins considérables, M. Ronnet a pensé qu'il serait possible, par plusieurs modifications, d'éviter la plus grande partie de ces inconvénients, et en cherchant les moyens d'y parvenir, après divers essais, il est arrivé par une disposition fort simple, à des résultats très-satisfaisants.

La première amélioration qu'il a faite à ces instruments consiste dans l'emploi de deux roues inégales de diamètre, avec des essieux indépendants, afin que l'une puisse aller sur des parties plus ou moins élevées du terrain, tandis qu'au contraire, l'autre roule sur des parties plus creuses. Adaptés d'ailleurs tous deux à une pièce variable de position, ces essieux permettent de régler à volonté l'écartement vertical, c'est-à-dire l'élévation ou l'abaissement des roues, et par conséquent de se conformer aux natures de terre, à la profondeur des sillons ou des raies, etc.

Mais cette première modification ne lui parut pas suffisante, parce que

les axes des roues étant rigides et invariables une fois fixés à la haie de la charrue, tendent par les inégalités des surfaces du sol à faire dévier celle-ci lorsque l'une des roues monte sur des parties élevées ou descend dans des parties creuses. Il en résulte que le *versoir* de l'appareil qui pénètre dans la terre et déverse sur le côté, est pour ainsi dire en perturbation continuelle, qui ne lui permet pas de rester dans une position stable. Cet inconvénient est bien plus grave, évidemment, dans le système ordinaire dont les roues sont égales et montées sur le même essieu, et qui par suite exige une plus grande quantité de force motrice.

M. Ronnet a donc imaginé, pour compléter le perfectionnement qu'il désirait apporter aux charrues à avant-train, de rendre non-seulement les essieux des deux roues indépendants, mais encore de leur permettre de prendre l'un par rapport à l'autre, une certaine inclinaison, au lieu de rester constamment parallèles, ce qui permet, par conséquent, à chaque roue, de suivre les irrégularités du sol ou des sillons, sans agir sur la *haie*, ni, par suite, sur le *soc* et le *versoir*, condition très-importante, puisque alors l'homme a beaucoup plus de facilité à diriger son appareil, et qu'il peut, en outre, faire plus de travail, avec moins de fatigue.

Il sera facile de comprendre le mécanisme qu'il a appliqué à cet effet, et qui remplit parfaitement le but qu'il s'est proposé d'atteindre, en jetant les yeux sur le dessin, planche 11.

La fig. 1re de ce dessin représente une élévation latérale de la charrue toute montée avec son avant-train, et le mécanisme nouveau dont nous venons de parler. — La fig. 2 est un plan vu en dessus. — La fig. 3 est une section transversale faite suivant la ligne 1-2 du plan, mais sans couper les roues.

On voit par ces figures que, comme nous l'avons dit en commençant, le premier perfectionnement que M. Ronnet a apporté à la charrue à avant-train, consiste dans la disposition de deux roues A et A′ de diamètres différents, montées sur des axes ou essieux B, B′, non situés sur la même ligne, et tout à fait indépendants. Ces roues, qui d'ailleurs peuvent être construites soit en fer, soit en bois et cerclées, soit en fonte d'une seule pièce, sont ajustées libres sur le bout tourné de ces essieux séparés.

Ceux-ci sont fixés, par l'autre extrémité, au moyen d'un écrou, à la platine verticale en fer D, percée dans sa partie inférieure de deux trous, dont l'un est rond et l'autre oblong, pour former coulisse et permettre de régler exactement l'écartement qui doit exister entre les axes, et par suite la surélévation de l'une des roues par rapport à l'autre au-dessus de la ligne de niveau. Cette disposition a l'avantage de rendre l'instrument applicable sur les différents terrains en pente ou plus ou moins montueux.

La platine D n'est pas directement attachée à la haie C de la charrue, mais à la douille mobile E, au moyen d'une forte vis de pression *c* qui permet de la régler à la hauteur voulue. Cette douille est susceptible de tourner sur elle-même dans une certaine limite, afin de permettre aux essieux B, B′ de s'obliquer d'une quantité plus ou moins grande, au lieu de rester

constamment parallèles. Cette mobilité a pour but de faciliter le passage des surfaces creuses ou bombées du sol, et en général de toutes les sinuosités du terrain quelles qu'elles soient.

La douille E et les pièces qui en dépendent sont détaillées à une plus grande échelle sur les fig. 4 à 8.—La fig. 4 est une projection latérale extérieure du mécanisme composé de la douille, de sa platine et de ses deux manchons.— La fig. 5 est une coupe transversale de la douille.— La fig. 6 est un plan vu en dessus. — La fig. 7 est une vue de face du manchon à griffe.—Et la fig. 8 une section horizontale par l'axe et les vis de pression.

On comprend que si au lieu de rendre la douille cylindrique E entièrement solidaire avec le corps de la haie, on fait au contraire une partie *a* de celle-ci sur laquelle elle est ajustée, de telle sorte qu'elle lui permette de pivoter, la platine elle-même pourra s'incliner plus ou moins, et avec elle les essieux qu'elle porte ; les roues peuvent donc alors, en roulant, passer sur des terrains inclinés en creux ou en saillie, sans agir sur la haie, c'est-à-dire sans chercher à forcer cette dernière à déverser à droite ou à gauche, par conséquent le *soc* H et le *versoir* I de la charrue pourront toujours rester dans la direction qui leur est donnée par l'homme chargé de conduire l'appareil, et sans le fatiguer.

Mais il importe, évidemment, pour la bonne marche de la machine, que le mouvement d'oscillation que peuvent prendre ces pièces soit limité dans une certaine étendue : c'est pourquoi l'auteur a rapporté de chaque côté de la douille mobile F, les manchons F et G qui sont aussi ajustés sur la partie cylindrique *a*, mais retenus avec des vis; le second y est fixé d'une manière invariable, et le premier au contraire peut au besoin changer de position, suivant l'inclinaison ou la pente plus ou moins considérable des terrains à labourer : les vis de pression *b* qui assujétissent le manchon G sont alors coniques par le bout et pénètrent dans des trous de même forme pratiqués sur le corps de la partie *a*, tandis que celles *b'* qui servent à maintenir le manchon E, sont cylindriques et méplates par le bout, et s'engagent dans une gorge allongée préalablement faite sur la même pièce *a*. La douille E n'a évidemment pas de vis buttante ou de vis de pression, puisqu'elle doit se mouvoir librement entre les deux manchons; toutefois sur l'une de ses faces, celle correspondante au second manchon F, elle est munie de deux touches ou griffes saillantes *c*, fig. 8, qui s'embrayent avec des touches ou griffes semblables *d* solidaires avec ce second manchon; mais ces griffes ont sensiblement moins de largeur que le vide qui les sépare, par conséquent il y a entre les premières et les deuxièmes un certain jeu qui fait que la douille peut toujours tourner sur elle-même, de la quantité correspondante à ce jeu, avant de rencontrer les griffes du manchon, et par suite sans forcer celui-ci à tourner.

Il est évident que l'amplitude de ce mouvement libre ou l'angle d'inclinaison des griffes du manchon avec celles de la douille, doit se régler suivant la nature ou la disposition même du terrain à labourer.

La partie cylindrique *a* qui reçoit la douille et les manchons est solidaire

avec la haie qui est faite, comme elle, en fer forgé; pour la facilité de la construction, elle peut être soudée ou rapportée et fixée par des clavettes *e*, comme il est indiqué sur les fig. 1 et 2. On comprend d'ailleurs que l'on peut modifier à volonté ce mode d'ajustement; l'important est de remplir la condition essentielle dont il a été parlé plus haut, c'est-à-dire de permettre aux deux roues de l'avant-train de marcher sur des terrains inégaux, et par suite à leurs essieux de changer d'inclinaison, en conservant à la partie travaillante de l'appareil une position stable, sans produire les mouvements saccadés qui résultent du passage sur les fonds et les saillies du sol.

Par cette disposition, on obtient un très-bon résultat; dès qu'une roue monte sur une partie élevée, son essieu s'incline en forçant la douille mobile à osciller d'une certaine quantité sur elle-même, et cette douille ne réagit pas sur la haie, puisqu'il lui est permis par le jeu qui existe entre les griffes de ne pas frapper immédiatement le manchon F. La haie n'éprouve donc pas d'effort qui tende à la faire déverser, malgré les irrégularités de la terre, et par suite le laboureur peut conduire sa charrue avec la plus grande facilité; les chevaux fatiguent moins, de là plus de célérité dans le travail et plus d'économie de temps.

On conçoit sans doute que ce mécanisme peut s'appliquer indifféremment à tous les systèmes de charrues à avant-train; et dont les parties qui les composent, telles que le soc H, le versoir I et le coutre J, peuvent être, suivant les localités, suivant les habitudes, exécutées de bien des manières.

RATEAUX MÉCANIQUES PROPRES A L'AGRICULTURE,

Par M. PASQUIER, Mécanicien à Laferté-sous-Jouarre.

M. Pasquier s'occupe depuis longtemps de la construction spéciale des machines en usage dans l'agriculture; il a pu, à diverses époques, apporter à ces appareils des améliorations notables, et de plus en inventer de nouveaux, pour plusieurs desquels il a obtenu successivement des récompenses honorifiques de la plupart des comices agricoles; tel est son système de HERSE MÉCANIQUE que nous avons déjà fait connaître dans le troisième volume de ce Recueil, et qui est aujourd'hui répandue dans différentes contrées de la France; tel est encore le rouleau brisé qui a été parfaitement goûté des cultivateurs et qu'il a considérablement amélioré; tels sont encore les charrues, les extirpateurs et d'autres instruments non moins utiles.

Il s'est aussi occupé d'un genre de machine qui est encore peu connu dans nos contrées et qui est cependant susceptible d'y rendre de grands services, soit pour ramasser les trèfles, les luzernes, les foins, etc., soit pour *repoutrer* ou égaliser les avoines et d'autres céreales. Nous voulons parler des râteaux mécaniques, auxquels il a également apporté des perfectionnements importants.

M. Pasquier, en homme d'observation et de pratique, n'a pas seulement cherché à simplifier et à consolider la construction du mécanisme qui compose ces sortes d'instruments, mais encore à les rendre commodes et faciles à manœuvrer, à donner aux dents la forme la plus convenable et la plus économique, et de plus à éviter l'engorgement des substances ramassées. Il en a disposé, en outre, pour qu'on pût aisément y adapter, quand on le juge convenable, un système de *repoutreur* mobile qui remplit parfaitement le but.

La fig. 9 de la pl. 11 représente un plan général de la machine toute montée et prête à fonctionner (1).

La fig. 10 est une élévation latérale ou vue de côté, avec les dents du râteau baissées, puis les mêmes dents relevées indiquées en lignes ponctuées. On voit d'abord par ces figures que le râteau proprement dit se compose de six parties distinctes, A, A^1, A^2, A^3, A^4 et A^5, mobiles ou au moins libres autour d'un axe B, et formées chacune de cinq dents *a* en fer méplat recourbé et tordu, comme l'indique la fig. 10. Il est aisé de voir qu'en prenant ainsi du fer plat pour la confection de ces dents plutôt que de les forger exprès, M. Pasquier a eu pour but de simplifier notablement la construction, puisqu'il suffit alors de le contourner sur lui-même suivant la forme voulue, pour que la dent se présente de champ, ce qui lui conserve toute sa forme, pendant que la portion qui vient s'enrouler autour de l'axe B, est à plat.

Ces dents sont arrondies par le bout et non pointues, afin de ne faire que poser sur la terre sans l'écorcher ; elles se réunissent, comme on vient de le voir, cinq par cinq à des barres plates *b*, situées près de l'axe, et au-dessous de chacune desquelles l'auteur a rapporté une tôle mince *c* plus large qu'elles, destinée à empêcher que le foin ou les autres herbes que l'on ramasse ne tendent à s'engager dans les dents et ne soient enlevées avec celles-ci lorsqu'on les relève ; et en outre, pour plus de sûreté, il ajoute au besoin à la traverse principale C du châssis en bois, qui compose le corps ou le bâtis E de la machine, quelques autres dents fixes *d*.

Les dents placées de champ ont l'avantage d'être flexibles, de pouvoir s'écarter ou se rapprocher, si une pierre, une motte ou un obstacle quelconque s'engage entre elles, elles font exactement l'office de ressort qui cède pour donner passage à l'obstacle et revient sur lui-même aussitôt après. Elles ont de plus cet autre avantage, étant méplates près des barres qui les réunissent, de céder aussi dans l'autre sens, c'est-à-dire qu'une dent peut être soulevée en rencontrant une saillie, tandis que l'autre peut se baisser en rencontrant un creux ; de sorte que quelle que soit la sinuosité du sol, on est certain que les dents ramasseront les herbes dans toutes les parties.

Il est quelquefois utile pour certaines natures de terrains que les dents

(1) Le format du dessin n'a pas permis de faire voir cette machine sur toute sa largeur, mais il est très-facile de la déterminer.

soient chargées d'un certain poids, afin de les forcer à toucher partout; dans ce cas M. Pasquier accroche à chaque râteau une espèce de triangle D, dont le grand côté *e*, formé d'une base carrée, vient s'appuyer sur la partie extrême recourbée des dents et en augmente ainsi la charge. Lorsqu'on ne s'en sert pas, on place ces triangles et poids additionnels, dans une caisse ménagée au milieu du grand châssis en bois E.

Chacune des séries de râteaux étant libre autour de l'axe fixe B, on peut les faire tourner autour de celui-ci, soit pour les baisser, soit pour les relever à volonté. Mais pour que cette opération puisse se faire rapidement, et sans être obligé d'y mettre la main, sur le milieu de la machine est la manette F, au moyen de laquelle le conducteur peut aisément manœuvrer. Pour cela il est bon de remarquer d'abord que cette manette s'assemble à l'une des branches de l'équerre H, dont l'autre branche se relie par une chaîne *f* à l'extrémité du levier *g*, qui fait corps avec l'axe mobile *h*. Or, celui-ci porte une suite d'autres leviers semblables *g'* qui se relient de même par des chaînes *j* à des anneaux *i* fixés aux bandes porte-râteaux *b*, par conséquent lorsqu'on appuie sur le manche F, on soulève ces derniers de la quantité qu'on juge convenable; il suffit, quand on ramasse les foins ou les luzernes, de les élever à quelques décimètres au-dessus du sol, c'est-à-dire un peu plus haut que le châssis, pour dégager le tas qu'elles ont formé, afin qu'elles puissent passer au-dessus; mais dans le cas où l'on ne travaille pas, on les relève complétement comme le montrent les lignes ponctuées indiquées fig. 10; et afin de les maintenir dans cette position, le conducteur prend la tringle en bois I, appelée clef à ressort, et l'engage dans les deux anneaux *k* fixés contre la traverse supérieure qui porte l'axe mobile. Cette tringle ou clef I est à détente, afin de pouvoir rester en place et se retirer aisément; on la met dans les anneaux *e'* qui sont rapportés sur la traverse antérieure C' du châssis lorsque l'appareil fonctionne.

Le cultivateur peut également employer une seconde manette G qui est à sa portée lorsque l'instrument est en pleine activité. Cette manette, indiquée en élévation et en plan sur les détails, fig. 11 et 12, est adaptée contre l'un des longerons ou limons M, et communique comme la première, par le bras en fer *m* et par la longue chaîne *n* (fig. 9 et 10) au même axe *h*, de sorte que l'homme peut aisément soulever tout le système des râteaux de la quantité nécessaire et toutes les fois qu'il le juge à propos.

M. Pasquier apporte dans la construction du châssis en bois E les plus grands soins pour qu'il présente toute la solidité désirable. Ainsi toutes les pièces sont assemblées à tenons et mortaises, sans traverser toute l'épaisseur, de telle sorte que l'eau ne peut jamais s'introduire dans les joints.

Il évite entièrement les chevilles en bois; tous les assemblages sont complétés par des chevilles en fer ou des boulons et des pattes ou des équerres en fer forgé; ainsi aucune partie ne peut se déranger, quelles que soient les intempéries de la saison.

Le conducteur de l'appareil peut diriger le cheval qui est attelé en avant, parce que les guides se prolongent jusqu'à l'arrière, soutenues par des porte-guides.

Pour repoutrer les terres, soit après les semences d'avoines ou d'autres céréales, soit après des semis de graines fines, trèfles, luzernes, navettes, etc., M. Pasquier a eu l'idée d'appliquer à la même machine des espèces de fortes semelles en bois qui, au besoin, peuvent être garnies pour diminuer l'usure des platines en fer. Ces semelles s'assemblent entre elles par des tiges à crochets et aussi par des anneaux plats à plusieurs trous en agrafes. Tout ce système s'adapte à l'arrière de la machine au moyen des tiges en triangle N (fig. 9 et 10).

On comprend que si les râteaux sont relevés, ces semelles se promènent sur la surface du terrain, traînées par le châssis de l'appareil avec lequel elles font corps, et égalisent ainsi toute la superficie.

L'application de ce mode de repoutreur aux râteaux mécaniques forme une addition importante qui a été considérée par les cultivateurs comme d'une grande utilité.

On a ainsi l'avantage d'avoir un appareil qui réunit plusieurs conditions de travail, tout étant d'une construction simple, solide et économique.

Il peut, en outre, être construit et réparé par les ouvriers les moins exercés qui se rencontrent dans la campagne. Cet utile instrument que l'on a vu figurer à l'exposition parmi les machines agricoles les plus remarquables, commence à se répandre en France; M. Pasquier est arrivé à les établir à un prix très-modéré, et en a reçu les témoignages les plus flatteurs et les plus honorables pour un praticien actif et travailleur comme nous le connaissons.

VALEUR DES PRODUITS DE L'AGRICULTURE EN FRANCE.

(ANNÉE MOYENNE.)

Revenu brut annuel des cultures	5,092,116,220 fr.
» des pâturages	646,794,905
» des bois et forêts, pépinières et vergers	283,258,325
» des animaux domestiques	767,251,000
» des animaux abattus	698,484,000
» des abeilles : cire et miel	15,000,000
Total de la production agricole végétale et animale	7,502,904,550 fr.

Tableau des progrès de la richesse agricole en France.

Époques.	Population.	Production.	Par habitant.
En 1700, sous Louis XIV	19,600 000	1,500,000,000 fr.	77 fr.
1760, » Louis XV	21,000,000	1,526,750,000	73
1788, » Louis XVI	24,000,000	2,031,333,000	85
1813, » Napoléon	30,000,000	3,356,971,000	118
1840, » Louis-Philippe	33,540,000	6,022,169,000	180
Actuellement.— Avec les animaux domestiques.		7,502,904,450	224

DRAGUE A VAPEUR

A DEUX CHAINES, MARCHANT PAR COURROIES

ÉTABLIE POUR LE CREUSEMENT DU PORT DU HAVRE,

Par M. NILLUS,

CONSTRUCTEUR A GRANVILLE, BASSIN VAUBAN.

(PLANCHES 12, 13 ET 14.)

Depuis près de trois siècles on effectue le dragage (1) par des machines ou appareils mis en mouvement de différentes manières, et depuis seulement ce dernier siècle on lui a appliqué l'auxiliaire puissant de la vapeur et la ressource de l'eau ou du vent. Mais aussi, à partir de cette application, l'importance de la machine à draguer est devenue telle, que les constructeurs les plus renommés de la France, de l'Angleterre, de l'Amérique, etc., y ont consacré leurs études et leurs travaux pour en faire définitivement un appareil complet susceptible de se prêter à une foule de travaux différents.

Si l'on remonte à l'origine de la première machine par l'examen des diverses opinions dues aux ingénieurs français ou étrangers, on rencontre une controverse réellement digne de remarque. En raison de l'obscurité qui couvre les perfectionnements successifs des appareils qui nous occupent, nous essaierons l'analyse générale, en citant les travaux de chacun afin de marquer la trace des différents progrès.

Les procédés pour élever le sable ou la vase par une pelle ou un râteau, ou par un rouleau garni de pointes, ou enfin son déplacement par le moyen des cuillers ou pots, ont naturellement fait imaginer une série de seaux, de râteaux ou de godets, et la difficulté de les mettre en mouvement avec le secours des hommes a suggéré l'emploi du pouvoir animal, et finalement celui de la machine à vapeur.

La mention la plus éloignée des appareils à draguer se trouve dans un

(1) L'opération du dragage ou curage s'entend des travaux effectués dans les ports, les rivières, les bassins, etc., soit pour extraire le sable, soit pour creuser le fond de ces endroits. Le mot *dragage* nous vient de l'anglais *drag* qui signifie traîner.

rare et curieux ouvrage par Verantius, à la date de 1591. La pl. 41 de cet ouvrage représente la première application du dragage à un bateau élevant et déversant les matériaux qu'il extrait.

On présume que la première application de la machine à draguer fut faite en Angleterre sous le règne de Charles Ier.

En 1618 Savary prit une patente pour une machine à vapeur destinée à élever l'eau et le gros sable de nos rivières.

Un ingénieur hollandais, Cornelius Meyer, publia en 1685, dans un de ses ouvrages, une machine à draguer qui diffère très-peu des appareils modernes, à l'exception néanmoins des godets qui sont remplacés par des râteaux élevant la vase dans une auge. L'auteur établit que des machines semblables sont en usage en Hollande pour le curage des canaux, et qu'elles élèvent par jour vingt petits canots de terre. Une autre description de machine à draguer est donnée également par un ingénieur hollandais, Mortier, en 1734.

En 1718, M. de la Balme, Français, fit approuver par l'Académie la nouvelle machine qu'il imagina sous le titre de *Pontons pour curer les ports*. C'est la première machine dans laquelle on ait fait usage des godets.

Les roues à écopes de Redelykheid, en 1774, et d'Ekhardt, en 1780, ont eu la réputation de bien marcher, mais elles ne pouvaient opérer que dans de basses eaux.

D'autres machines décrites par Belidor dans son *Architecture hydraulique*, de même que celles qu'on employa depuis à Toulon, à Brest, à Venise et à Gênes, étaient simplement composées d'une chaîne à godets mise en mouvement par une roue à pales.

En 1768, M. John Golborn, ingénieur distingué de Chester, fit un projet pour l'amélioration de la Clyde au moyen du dragage des sables et de la contraction du lit; le devis fut fixé à 9,000 liv. sterl. (225,000 fr.), mais avant que les travaux eussent atteint une longueur de 14 milles, cette somme était quatre fois dépassée. Déjà avec cet appareil le déplacement du bateau s'effectuait par des treuils en montant une corde fixée à des amarres ou des ancres. Une machine semblable fut proposée et employée sur la Tamise en 1804; elle était munie d'une pince ou tenailles pour enlever les pierres ou les matériaux durs.

M. Grundy, ingénieur du dock de Hull, imagina, en 1785, une machine pour extraire la vase de ces docks, composée d'une chaîne sans fin armée de godets et attachée à une échelle mobile pour se prêter aux diverses profondeurs des eaux.

Il n'est pas inutile de remarquer ici que les godets en fer fixés à une chaîne sans fin, et inventés par Lonce en 1747, ont été employés pour enlever la terre provenant des fondations du port de Dieppe et du pont d'Orléans, dès 1750 et 1753, par les célèbres ingénieurs De Cessart et Perronet.

En 1796, M. Grimshaw, du Sunderland, s'adressa à MM. Boulton et

Watt pour la construction d'une machine à vapeur destinée à commander une drague mécanique, laquelle devait servir à curer le port de Sunderland. La machine fut faite, et le résultat obtenu par ce moyen fut l'élévation de quatre tonnes de sable à la hauteur de dix pieds anglais par minute, c'est-à dire 3m 05.

C'est donc à MM. Boulton et Watt qu'est due la première application de la machine à vapeur au dragage (1). Néanmoins M. Valcourt, dans une description qu'il fit à la Société d'Encouragement en 1835, description que nous aurons le loisir d'analyser dans le courant de cette notice, M. Valcourt, disons-nous, attribue à Oliver Evans, en 1803, l'établissement du premier bateau dragueur mû par une machine à vapeur.

Ce bateau fut construit pour la corporation de Philadelphie. Oliver Evans le décrit ainsi dans son ouvrage sur les machines à vapeur, traduit par M. Doolittle :

« Cette machine, destinée à nettoyer le fond des bassins et rivières, était établie sur un bateau plat de trente pieds de long sur douze pieds de large, avec des seaux attachés à une chaîne sans fin pour amener la vase du fond, et des crochets pour en retirer les morceaux de bois, les pierres et autres obstacles. Les seaux étaient mus par une petite machine à vapeur dont le cylindre avait cinq pouces de diamètre et dix-neuf pouces de course. Le bateau et la machine furent construits dans mon atelier, situé à une demi-lieue de la rivière Schuylkill, où il fut mis à l'eau; y ayant adapté des essieux et des roues de charrettes qui recevaient leur mouvement de rotation de la machine à vapeur, cette machine, toute faible qu'elle était, a transporté ce bateau, qui pesait environ quarante milliers, à travers la ville de Philadelphie, en faisant le tour de la place du Centre jusqu'à la rivière, etc. »

M. Bonnet de Coutz paraît être le premier qui ait pris brevet en France pour les machines à draguer. Son titre date de 1817 (18 novembre). Il fut demandé pour dix ans, et comme importation avec cette désignation : *machine à curer les fleuves et les rivières, mue par une pompe à feu, et connue en Angleterre sous le nom de dredging machine.*

L'auteur demande le privilége sur l'idée d'application et d'importation d'un moteur à vapeur au curage. Dans une addition en date du 18 janvier 1818, il fait remarquer qu'on peut disposer le mécanisme pour marcher à bras d'hommes à l'aide de deux manivelles, et ce dans les terrains tendres.

« Quarante minutes, dit-il, suffisent à cette machine pour verser les soixante tonneaux de gravier que peut contenir le bateau additionnel (2). »

On trouve dans le bulletin de la Société d'Encouragement (1806), la description d'une machine puissante employée pour curer et approfondir les canaux de la ville de Venise. Cette machine est formée d'une poutre verti-

(1) Weale's papers on engineering 1843-1845, t. I, pag 5. (*On the dredging machine.*)
(2) *Brevets expirés*, tome XVI, page 80.

cale de cinq mètres environ de longueur, et armée à sa partie inférieure d'une ferrure plate ou espèce de bêche creuse destinée à être enfoncée dans le terrain à la profondeur de quinze à dix-huit décimètres. Vers l'assemblage de la poutre et de la bêche est un axe horizontal en fer autour duquel tourne la caisse ou cuiller, servant à ramasser les matières qu'on veut extraire du fond. Cette caisse est une portion de cylindre qui a pour axe celui dont nous venons de parler et des dimensions telles que, lorsqu'elle est abaissée et juxtaposée contre la pelle, celle-ci la ferme exactement. La caisse se meut par le moyen d'un levier de cinq à six mètres de longueur auquel elle est assemblée très-solidement.

Lorsqu'on veut curer, on enfonce verticalement la bêche dans le lit du fond du canal; la cuiller est tenue ouverte à l'aide d'un crochet adapté à sa partie postérieure et auquel tient une corde tirée par une mouffle. Lorsque la pelle est suffisamment enfoncée, on lâche la mouffle d'un côté, et de l'autre on tire l'extrémité du *manche de la cuiller* à l'aide d'une corde et d'un cabestan. Ce mouvement tend à faire fermer la cuiller, ce qui ne peut s'opérer sans qu'elle se remplisse des matières dans lesquelles la pelle est enfoncée, et lorsqu'elle vient à être juxtaposée contre cette pelle, les matières ne peuvent plus en sortir. On enlève alors tout l'équipage au-dessus de la surface de l'eau, on ouvre la pelle, et les matières tombent dans un bateau qui vient se placer au-dessous.

L'enfoncement et l'extraction de la pelle s'opèrent au moyen d'un grand levier ou balancier extrêmement solide dont chaque bras a six mètres de longueur. A l'une des extrémités de ce levier est attachée la poutre qui tient la pelle et la cuiller; l'autre extrémité porte un taraud dans lequel tourne une forte vis, dont le bout inférieur non taraudé est maintenu et tourne dans un collier. D'après cette disposition, en faisant tourner la vis à l'aide des leviers qui y sont adaptés, soit dans un sens soit dans l'autre, on fait lever ou baisser les extrémités du levier, et par conséquent la pelle et la cuiller.

Les pièces qui unissent les extrémités du grand levier au manche de la pelle et à la vis, et le collier du bout inférieur de cette vis, tournent sur des tourillons horizontaux, afin de former des articulations telles, que rien ne soit forcé pendant le mouvement du levier.

Ce levier et son équipage sont portés sur un ponton fixé pendant l'opération au moyen de pieux qu'on enfonce dans le lit du canal, et qu'on retire à l'aide de treuils.

La machine est manœuvrée par cinq hommes qui peuvent travailler six heures de suite et élèvent $2^{m.c.}20$ de matières en cinq minutes à une hauteur de $4^{m}.50$ en moyenne. Si l'on suppose le poids d'un mètre cube de gravier et sable à 1500 kilogr., ce travail équivaut à peu près à un effort de 9 kilogr. avec une vitesse d'un mètre par seconde pour chaque homme.

On voit que le principe de cette machine est fort simple : elle égalait au moins en solidité, et surpassait peut-être en facilité dans la manœuvre et

en produit, les machines employées au curage dans les divers ports de l'Europe et exigeait moins de réparations. Son plus grand inconvénient était de ne pouvoir être placée et manœuvrée sur un petit batardeau, mais dans les grands établissements cet inconvénient était compensé par plusieurs autres avantages.

En 1804 M. Jessop fit une série complète de dessins pour un bateau dragueur destiné au canal Calédonien; ces dessins existent encore. Le bateau établi en 1805 fut considérablement avarié par une tempête avant qu'on en fît aucun usage; il fut aussitôt rétabli sur le même plan et fonctionne avec satisfaction. Une lettre de M. Jessop, datée du 25 février 1805, indique que le principe de cet appareil était le même que celui de la machine de Hull combinée avec la base des machines à vapeur.

Des machines semblables furent immédiatement commandées pour Sunderland, Aberdeen et Blackwall. A la dernière de l'une d'elles fut appliqué un fort appareil pour détacher les rocs ou grosses pierres, qui jusqu'à cette époque n'avaient pu être déplacées.

L'assemblée de la Trinité fit un programme pour exciter l'émulation des ingénieurs, de sorte que dans les années 1805, 1806 et 1807 divers projets furent mis à exécution par MM. Jessop, Trevethick, Hughes, Mills, etc.

A partir de cette époque on perfectionna continuellement ces appareils, mais sans faire d'innovations remarquables Selon les besoins on les commanda par les hommes, les animaux ou la vapeur. Quelques dragues ont été établies avec un chapelet de godets tournant dans une longue rainure, ménagée dans le milieu du bateau, telles que la drague française à Lorient et celle à bras de M. Molard, appliquée au curage de l'Ourcq. D'autres ont reçu deux chapelets; telles étaient et sont encore celles employées à Paris pour creuser le lit de la Seine.

En 1822, et sous le titre de *Machine propre à creuser les ports, les rivières et les canaux, mise en mouvement par un manége, un moulin à vent ou à eau, dite drague française*, M. Bléhée prit un brevet de quinze ans, reposant simplement sur l'idée d'appliquer à la fois ou séparément l'un des trois moteurs suivants :

1° Les animaux; 2° l'eau; 3° le vent.

Les animaux font tourner un manége, on utilise l'eau du courant à la rotation des roues motrices, et la force du vent à faire mouvoir un mécanisme qui vient se combiner avec les précédents (1).

En 1826, M. Heurtault prit un brevet d'invention de dix ans pour un principe de drague entièrement nouveau ainsi que l'indique le titre même de son brevet, « *Machine à draguer, dite drague circulaire.* »

Suivant l'auteur, elle est plus simple et plus économique, surtout pour les curages qui n'ont besoin que d'une force secondaire.

Elle est composée de deux roues en fer de 6 mètres de diamètre garnies

(1) *Brevets expirés*, tome XXXVIII, pag. 25.

chacune de 13 dragueurs. Ce sont des récipients en fer montés sur tourillons libres qui, rencontrant à la partie supérieure un arrêt fixe, se déversent en cet endroit.

Le résultat obtenu est l'élévation de deux mètres cubes par minute, soit 1,200 mètres par dix heures de travail avec une vitesse de 2 tours par minute.

Nous admettons volontiers la théorie de ces calculs, mais nous donnons ces chiffres sous toutes les réserves qui naissent habituellement par la pratique.

L'arbre horizontal qui donne le mouvement aux deux roues le reçoit lui-même d'une machine à vapeur ou de tout autre moteur, au moyen d'une roue d'engrenage, et de plus en plaçant des roues ou des tambours sur le prolongement de cet arbre et en leur donnant une circonférence en rapport avec l'épaisseur de la vase enlevée, le bateau avance au fur et à mesure que les dragueurs se remplissent. Par cette disposition, cet appareil peut naviguer à l'aide de ses roues et faire l'office de bateau à vapeur, il peut servir aussi à épuiser de grandes masses d'eau si l'on a la précaution de boucher les trous des récipients.

Chaque bateau est armé d'une paire de tenailles pour enlever les pieux ou pierres (1).

En 1829, M. Valcourt établit, pour approfondir les passes du Mississipi, les plans d'une drague dans laquelle il a introduit les changements et additions suivants :

1° Porter l'extrémité inférieure des chapelets en avant de la proue pour que le bateau pût creuser son chemin dans un banc de sable à sec ;

2° Placer à l'arrière une roue à aubes, pour, au moyen de la machine à vapeur, transporter le bateau où l'on veut;

3° Disposer à l'avant une forte tenaille pour arracher les pieux, les chicots, etc, et une sonnette à déclic pour enfoncer les pieux;

4° Diminuer la hauteur à laquelle la drague de Paris élevait la terre, pour ensuite la faire glisser dans les bateaux à vase nommés *marie-salopes;*

5° Substituer la machine à haute pression et à détente, et des chaudières cylindriques, à la machine à basse pression et à la chaudière en tombeau de la drague anglaise;

6° Enfin changer le mode de transmission de mouvement, supprimer toutes les roues dentées, et n'employer que la chaîne brevetée de M. Pecqueur, et les courroies.

L'arbre à manivelle est composé de trois parties placées bout à bout et ne faisant à volonté qu'un seul corps au moyen d'embrayages convenables. La partie intermédiaire portant la manivelle et le volant est munie de deux poulies; l'une commandant par une poulie plus grande l'arbre du treuil sur lequel s'enroulent les grelins qui font avancer successivement le bateau; l'autre faisant mouvoir de la même manière l'axe des roues à aubes. Ces

(1) *Brevets expirés*, tome XXXII, page 155.

roues, au nombre de trois pour avoir plus de régularité dans le mouvement, sont placées à l'arrière du bateau et le font avancer où on le désire. Un embrayage à levier les commande à volonté.

Les arbres moteurs portent chacun une poulie sur laquelle passe une courroie faisant tourner les arbres de couche intermédiaires commandant les chapelets à godets. M. Valcourt a adopté l'usage des courroies pour profiter de leur glissement dans le cas où les godets rencontreraient un obstacle imprévu. Les courroies sont tendues par des rouleaux et embrayées ou débrayées par un mécanisme séparé.

Le chapelet des godets se meut avec une vitesse de 1^{m}30 par seconde. Chaque godet est percé de trous pour laisser écouler l'eau qu'il ramène avec la vase dont il contient environ 35 déc. cubes, ce qui donne, d'après le nombre des godets, 64 mèt. cub. par heure pour chaque chapelet (1).

Le 16 octobre 1832, M. Madden prit un brevet d'invention de cinq ans, pour une *machine à draguer pouvant aussi servir à faire les terrassements à sec;* le 14 janvier 1835, il prit un autre brevet ayant pour titre *Machine à draguer, dite Charrue hydraulique*. Ces deux brevets ont entre eux quelque analogie, surtout par les brevets d'addition qui ont été ajoutés au premier de ces deux titres.

Ainsi, le brevet de 1835 comprend la description d'une machine à draguer appelée par l'auteur *charrue hydraulique,* parce qu'elle est construite sur le même principe que la charrue ordinaire, et que, comme elle, elle agit sur le sol. Comme elle également, elle produit simultanément trois effets mécaniques distincts : 1° elle coupe verticalement une tranche de terre plus ou moins épaisse; 2° elle coupe cette même tranche horizontalement pour la détacher du sol, et 3° au lieu de retourner cette tranche, elle la ramène par des plateaux formant une sorte d'échelle inclinée vers la partie supérieure d'un plan aussi incliné, d'où elle tombe dans les bachots.

Le brevet de 1832 pose en principe l'emploi des pelles ou tubes recourbés, formant comme les rayons d'une roue à tympan et plongeant à tour de rôle dans les bassins ou rivières à nettoyer; les matières enlevées sont déversées au centre dans des bateaux à vase ordinaires.

Le premier certificat d'addition qui accompagne ce brevet a trait au brevet de 1835, car il explique comment on peut rendre solidaires toutes les palettes de l'échelle mobile dont nous avons parlé, disposition qui simplifie considérablement le mouvement.

Enfin, le deuxième certificat du même brevet fait voir que les matières, au lieu de sortir soit par l'extrémité des roues comme les dragues circulaires, soit par le centre comme les roues à tympan, peuvent s'extraire par un point intermédiaire variable suivant les circonstances.

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 34e année, p. 182.

Il n'est pas à notre connaissance qu'aucun des moyens ci-dessus ait été appliqué en grand (1).

M. Bonniot a imaginé en 1833 un nouveau genre de moteur destiné à remplacer les grandes roues à chevilles, employées habituellement pour l'extraction des pierres ou des terrassements. Ce moteur, qu'il appelle *roue conique destinée à effectuer de grands travaux*, est assez particulier; il peut se prêter à une infinité d'emplois et rendre réellement des services : c'est au point de vue du dragage que nous allons l'examiner.

La roue conique ou le moteur proprement dit se compose d'un essieu principal sur lequel sont montés trois plateaux circulaires, mais inégaux en diamètre, un à chaque extrémité et l'autre au milieu ; ces plateaux sont liés entre eux dans le sens longitudinal de la roue par des rayons espacés moyennement de 20 centimètres. Ces rayons servent de marches pour les pieds des ouvriers, qui montent successivement à mesure que la roue tourne, comme les marches d'un escalier. Une traverse sert à appuyer les mains des hommes, afin de leur procurer plus de stabilité et leur permettre de se porter vers le grand ou le petit axe de la roue, selon qu'ils éprouvent plus ou moins de résistance : c'est pour cela que l'auteur a adopté la forme conique; comme aussi pour obtenir des vitesses différentes en faisant passer des courroies sur l'un ou l'autre de ces plateaux.

Pour appliquer la roue conique à la drague à chapelet pour le curage et l'approfondissement des ports et rivières, on l'établira, indique M. Bonniot, en travers d'un bateau plat et au milieu de sa longueur.

L'essieu étant prolongé du côté du petit diamètre et en saillie sur la face latérale du bateau, portera un tambour polygonal sur lequel circulera la double chaîne sans fin, garnie de godets et roulant par le plan incliné, suivant le système usité.

Quoique l'action de cette machine soit moins intense que celle des dragues mues par la vapeur, elle peut néanmoins rendre de grands services dans beaucoup de circonstances, par la simplicité, la modicité des frais d'établissement et la facilité de la monter sur toutes sortes de bateaux pour la démonter ensuite.

Dans le cas d'une résistance presque absolue, les hommes peuvent s'arrêter, tâter, tourner le point résistant, affouiller à l'entour pour le déraciner, tandis que dans le même cas, la force de la vapeur brise souvent la machine.

C'est surtout pour le curage des ports de marées qu'une drague mue par des hommes est avantageuse, attendu les fréquentes interruptions de travail par suite des intempéries et du flux et du reflux (2).

Sous le titre de *Bateau-Rabot propre à creuser les ports et les rivières*, MM. Charles et Mutel, de Bordeaux, prirent, le 19 août 1833, un brevet

(1) *Brevets expirés*, tome XXXVI, pag. 303, et tome XXXVIII, pag. 74.
(2) *Id.*, tome LXVII, page .

d'invention de dix ans, dont le principe se résume complétement par l'énoncé du titre.

Le système se compose en effet d'un bateau de petite dimension garni d'une pelle inclinée ou lame garnie de dents qui traverse le fond du bateau à coulisse et entre plus ou moins dans la vase. Cette pelle se manœuvre à volonté du bateau même de manière à avoir plus ou moins *de fer* et enlever par suite une quantité de vase correspondante. Une embarcation quelconque mouillée à l'amarre dans le courant entraîne par son mouvement le bateau-rabot, qui lui-même râcle une certaine épaisseur de vase ou de sable pour l'amener dans ce courant même (1).

Nous ne savons si une telle invention a pu jamais être appliquée, mais à coup sûr l'idée en est originale et sort complétement des règles ordinaires de la mécanique rationnelle.

Le 10 décembre 1834, MM. Gaubert et Tattegrain prirent également un brevet de dix ans pour une *drague à soupape*, mais leur invention se rapportant seulement à une combinaison de *louchet*, nous en parlerons à la fin de cette notice, lorsque nous examinerons ces outils dragueurs.

M. Diot, de Lyon, applique au dragage un plan incliné garni de godets formant toute une machine séparée, et pour lequel il s'est fait breveter pour cinq ans, en date du 25 janvier 1840. Ce plan incliné est mobile sur un bateau plat, de manière à pouvoir servir soit à recevoir les matériaux qu'on retire d'un bateau pour les déposer sur la berge, soit au contraire à les recevoir d'une chaîne à godets verticale qui les élève du fond des rivières (2).

Parmi les brevets encore en vigueur, nous trouvons celui délivré pour dix ans le 12 octobre 1842, à M. Diot, constructeur de machines à Lyon, lequel a pour titre *Système de dragage sur terre et sur eau avec enlèvement de terre et terrain sec dans le creusement des canaux, fossés, et nivellements de terre à l'aide de machines et moyens mécaniques.*

L'inventeur emploie par ce système, plus particulièrement appliqué aux terrassements qu'au dragage proprement dit :

1° Une suite de scies ou pioches horizontales qui ont pour but de détacher et préparer les terres fermes à l'enlèvement;

2° Une noria ou chaîne à godets *verticale*, qui élève les mottes de terre ainsi préparées, et les déverse en talus sur la rive.

Pour le creusement des canaux, c'est un moyen analogue; mais, en raison du détrempage des terres, qui sont toujours beaucoup plus molles, on se dispense des pioches horizontales dont il a été question pour ne conserver que la chaîne verticale.

Cette invention a pour but le creusement, non le nettoiement ou curage.

Le 21 décembre de la même année, M. Hallette père obtenait égale-

(1) *Brevets expirés*, tome I., pag. 133.
(2) *Id.*, tome LX, pag.

ment un brevet d'invention de dix ans pour un *système de machines à draguer les rivières, les fleuves et les ports de mer.*

Le but du constructeur en établissant une telle drague était de faire beaucoup plus de travail que par les moyens connus, c'est-à-dire les chaînes plus ou moins inclinées, placées de chaque côté ou au milieu d'un bateau. Elle permet de curer à de grandes profondeurs et a rendu dernièrement des services remarquables dans le port de Cette pour lequel elle avait été commandée.

Le système se compose d'une machine à vapeur faisant mouvoir une grande roue armée de godets et placée à l'avant du bateau entre la membrure de celui-ci. Cette roue tourne sur un axe roulant dans deux paliers fixés chacun sur une pièce en fonte formant balancier. Cette disposition a été ainsi arrêtée pour pouvoir baisser ou relever la partie mobile de ces balanciers, et par conséquent la roue à augets. Des treuils placés à l'avant du bateau ont été disposés dans ce but, afin de soulever ou de baisser à volonté l'extrémité du balancier.

La roue circulaire est commandée par des poulies et des engrenages qui permettent d'en modifier la vitesse à volonté. Cette roue est formée de deux flasques en tôle de forme conique, fixée par le centre sur un arbre ou essieu en fer; de chaque côté, près de la circonférence, on a ajusté une crémaillère circulaire en fonte, faite de plusieurs morceaux réunis et fixés aux flasques en tôle par des boulons; au sommet d'assemblage, c'est-à-dire à la circonférence extérieure, on a ajusté des coins circulaires en bois pour maintenir la raideur de ces parties. C'est autour de cette couronne que sont assemblés les godets dragueurs, l'extrémité de ces godets est dentée pour râcler le sable et la vase, ou l'élever seulement si celui-ci ne forme aucune résistance.

Un tel appareil peut élever jusqu'à 1,200 mètres cubes de sable moyen en douze heures de travail, en allant le chercher à une profondeur de 6 à 8 mètres. La disposition est très-solide et tremble moins que ne le font ces sortes d'appareils lorsqu'ils sont mis en mouvement.

M. Letestu, qui est bien connu pour ses nouvelles dispositions de pompes à eau, a aussi étudié la question du dragage, et a consigné ses idées dans un brevet en date du 11 octobre 1844, qu'il prit sous le titre de *Bateau dragueur.*

L'auteur pose en principe qu'il est illusoire d'enlever les terres, cailloux, galets ou graviers qui obstruent le lit des fleuves, l'embouchure des ports, etc., puisque les causes qui ont amené les obstructions se renouvellent incessamment. Il préfère creuser un chenal spécial pour le passage des navires, en rejetant à droite et à gauche les matériaux encombrants.

Pour cela, il fait usage de plusieurs procédés.

Le premier, décrit dans son brevet primitif, consiste en un système de roues à pales verticales montées en dehors et sur le bout du bateau. La première de ces roues est garnie d'un tambour et n'attaque les terres que

par la circonférence inférieure : elle n'a pour but que d'en préparer l'éboulement. Les autres roues qui sont contiguës à la première sont construites de la même manière, c'est-à-dire avec des pelles ou aubes plates sur toute la circonférence; elles tournent en sens contraire et chassent ainsi de côté et d'autre les terres, graviers ou cailloux.

Le deuxième procédé, décrit dans le premier certificat d'addition, se compose d'un fort tambour placé toujours à l'extrémité du bateau et garni sur sa circonférence de lames hélicoïdes. Le mouvement de rotation du tambour, tout en déchirant et piochant les bancs, enlève les matériaux dans les spires de l'hélice, et les conduit également soit sur un côté seulement, soit sur les deux côtés, si le tambour est garni d'une hélice à pas renversé.

Le troisième procédé est relatif au curage et à l'enlèvement. M. Letestu fait usage d'une roue à tympan déversant les matières par le centre, et d'une roue à godets circulaire. Il emploie également un radeau sur lequel il place ces appareils, et propose en outre la chaîne à godets ordinaire, mais enroulée sur trois poulies mobiles, de manière à obtenir toutes les inclinaisons et toutes les élévations désirables.

La commande peut se faire par moteurs animés ou inanimés.

Le 5 décembre de la même année, M. Lemoign se fit breveter pour un *procédé de dragage en mer*, consistant dans un moyen de suspendre l'échelle à diverses hauteurs. L'auteur emploie à cet effet deux grosses chaînes s'enroulant sur un treuil à empreintes; ces chaînes font mouvoir l'échelle qui reste toujours indépendante de la lanterne, de manière à ne jamais déplacer l'arbre de couche de commande. Les godets sont en tôle forte comme à l'ordinaire, mais leur forme diffère quelque peu de ce qui s'est fait jusqu'à présent : c'est un cône tronqué fortement prononcé et dont une partie est abattue parallèlement à l'axe.

Sous le titre de *Bateau et machine à draguer, par entraînement, les bancs de galets, de gravier et de sable qui embarrassent le lit des fleuves et des rivières*, M. Petetin prit le 5 avril 1837 un brevet d'invention de quinze ans, dans lequel il pose un principe entièrement neuf ou du moins qu'il regarde comme tel.

Il propose, au moyen d'un mécanisme dont les parties principales sont un *soc* placé à l'avant et une *herse* placée à l'arrière (ces instruments animés d'un mouvement alternatif), il propose, disons-nous, d'aplanir le lit des rivières, c'est-à-dire enlever du sable, des pierres, des roches, là où ces matériaux obstruent, pour les transporter dans les bas-fonds, les trous, etc.

Le soc est l'instrument préparatoire; par ses coups réitérés, il démolit les monticules dont les parties légères sont entraînées par le courant; à son tour, la herse les mène et ramène, les égalise comme le ferait un râteau sans jamais les enlever. De sorte que le principe de cette invention se résume en ces mots : Entraînement des matières.

Le 7 novembre 1845, M. Hamilton, de New-York, prit un brevet de

quinze ans pour des *perfectionnements apportés aux machines à draguer*.

Cette invention consiste dans l'idée d'adapter aux bateaux dragueurs une suite de pelles ou tiroirs mobiles qui non-seulement draguent et enlèvent le sable, mais encore le retiennent de manière à le transporter avec le bateau. A cet effet, le dessous du navire forme une suite de compartiments ou de coffres pouvant chacun contenir une des pelles en question et les mettre à l'abri lors du transport. L'auteur n'attache aucune importance aux formes ni à l'exécution, mais seulement à l'idée qu'il décrit du dragage combiné avec le transport sur un seul bateau.

M. Dumoulin, dans un brevet qu'il prit le 24 avril de l'année suivante, sous le titre de *Système de barrage et de dragage propre à rendre navigables les cours d'eau par les plus basses eaux*, s'attache à démontrer son système de barrage et d'endiguement proprement dit; néanmoins, et tout en ne donnant pas de dessins, il fait voir dans sa description tout le parti qu'on pourrait tirer du dragage, pour établir des talus qui aideraient à son système.

M. Taylor, de Marseille, propose simplement dans un de ses brevets à la date du 19 janvier 1847, d'aménager à bord des bateaux à vase, un moteur à vapeur capable de transporter les matériaux à de grandes distances. On évite ainsi les remorqueurs à vapeur séparés et le remorquage à l'aide des chevaux.

En 1848, le 23 septembre, M. Génin proposa d'armer d'une forte ailette en fer à quatre branches, la partie inférieure de la lanterne des dragues ordinaires. Au moyen de cette disposition on peut, dit l'auteur, soit charger les pierres ou les poutres sur la chaîne à godets, soit par des coups réitérés, les briser et en diminuer le volume, soit enfin aider et débarrasser à l'avance le travail du dragage. Si l'invention a été expérimentée, ce que nous ignorons, et si elle a donné de bons résultats, c'est sans contredit le moyen le plus simple qui ait été imaginé pour accomplir un tel travail.

DESCRIPTION DE LA DRAGUE A VAPEUR,

REPRÉSENTÉE SUR LES PL. 12 ET 13.

Cette drague, établie pour effectuer les grands travaux de dragage des nouveaux bassins du Hâvre, présente plusieurs particularités remarquables qui ne se rencontrent pas dans les autres systèmes les plus récents, soit en Angleterre, soit en France.

Ainsi le mouvement des norias, ou des chaînes à godets, est communiqué par des poulies et des courroies au lieu d'engrenages. Le bateau sur lequel l'appareil est monté s'avance graduellement par l'effet du moteur même, au lieu d'être commandé séparément par des hommes. L'élévation et l'abaissement des chaînes à godets s'effectuent également par la machine et peuvent se produire à volonté, indépendamment l'une de l'autre.

Tout le mécanisme est aussi disposé de manière à interrompre aisément

la manœuvre de l'une, tout en faisant marcher l'autre, et réciproquement, comme on peut également intercepter le mouvement de la machine entière sans arrêter le moteur, ou seulement arrêter certaines parties de l'appareil, en laissant l'impulsion à certaines autres.

Plusieurs treuils sont appliqués sur le pont du navire pour divers services particuliers, comme pour faire changer rapidement le bateau de place ou le transporter à de certaines distances, ou bien encore ramener les bateaux à vase, etc.

On a jugé à propos de disposer cette drague avec deux chaînes placées à l'extérieur du navire, afin de permettre d'aller puiser, autant que possible, dans les angles ou contre les murailles des bassins, ce qui n'aurait pu avoir lieu avec une seule chaîne placée au milieu du bateau, alors partagé en deux.

Plusieurs dragues semblables, de 20 chevaux chacune, ont été construites par M. Nillus pour ces grands travaux, entrepris par M. Henry, de Bordeaux.

Les coques de ces dragues, ainsi que celles des bateaux à vase, ont été faites entièrement en tôle de fer de 6 à 8 millim. d'épaisseur et assemblées sur des cornières en fer (1).

(1) Nous pensons qu'on lira avec intérêt l'extrait suivant, qui comprend les particularités du projet de creusement présenté par M. Chevalier, ingénieur du gouvernement, et des renseignements intéressants sur le matériel de l'entreprise.

« Objet de l'entreprise.—Elle a pour objet les déblais à exécuter, soit dans le chenal de l'entrée du port, soit dans l'avant-port proprement dit, soit enfin dans les bassins.

Le chenal de l'entrée du port en comprendra les abords.

Le curage se fera jusqu'à 10m 50 en contrebas du quai du gril, excepté près des murs du quai où le niveau sera relevé pour ne pas déchausser les fondations : il s'étendra au-devant du port jusqu'à ce qu'on rencontre cette profondeur de 10m 50.

Le fond sera creusé au milieu jusqu'à 9m 50 en contrebas du quai du gril, et à 8 mètres seulement le long des quais. Le raccordement se fera par une pente de 5 centimètres par mètre.

Enfin, les bassins à curer sont les bassins à flot du Roi, de la Barre et du Commerce.

Les deux derniers seront creusés partout jusqu'à 50 centimètres au-dessous des hauts radiers de leurs écluses respectives ; mais le bassin du Roi ne présentera qu'au milieu cet excès de profondeur ; et le long des murs de revêtement, le creusement s'arrêtera au niveau du haut radier de l'écluse Notre-Dame, en se raccordant, avec la partie plus profonde, par une pente de 5 centim. par mètre

L'extraction des déblais se fera au moyen de machines à draguer, mues par la vapeur : l'entrepreneur aura toutefois la faculté de faire à bras d'hommes quelques déblais dans le port d'échouage.

Les déblais, versés dans les bateaux, seront déchargés en mer ou à terre dans les endroits qui seront désignés à l'entrepreneur : le déchargement se fera en mer à bras ou au moyen de clapets pratiqués dans les bateaux, et à terre avec des grues ou apparaux installés par l'entrepreneur.

Du matériel. — Le matériel de dragage actuellement employé par l'administration sera mis à la disposition de l'entrepreneur qui y fera toutes les réparations nécessaires pour le mettre en état.

Outre ce matériel, l'entrepreneur fera exécuter deux appareils à draguer mus par la vapeur et dix bateaux à clapets.

Les pontons, qui porteront chacun de ces nouveaux appareils, auront au plus 35 mètres de longueur de tête en tête, 6m 45 de bau, et 2m 80 de creux : leur coque sera construite en fer, avec des formes arrondies qui leur permettent de supporter l'échouage sans prendre la gîte.

Le fond de chaque ponton sera en tôle de 10 millimètres d'épaisseur ; les feuilles auront autant que possible 1 mètre de largeur sur 3 de longueur. Tous les joints seront à recouvrement et rivés comme d'usage. Les bouts des feuilles s'affleureront ensemble ; ils seront soutenus par une pièce de renfort placée à l'intérieur.

Les côtés seront à clin, et les lignes parfaitement suivies. Les feuilles des côtés auront 8 milli-

Les fig. 1 et 2 de la pl. 12 représentent en élévation et en plan tout le mécanisme de la drague et de sa coque.

Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/100e, ou de un centimètre pour mètre.

Les fig. 3 et 4, pl. 13, sont des sections verticales et transversales du bateau tout garni de ses divers accessoires. La première de ces sections est

mètres d'épaisseur, 66 centimètres de largeur sur 3 mètres de longueur. Les joints seront à recouvrement comme ceux du fond : les bouts s'affleureront ensemble, et les trous des bouts seront fraisés pour ne pas faire saillie.

Les cornières destinées à servir de membrures, auront 7 centimètres de côté sur 14 millimètres d'épaisseur ; elles seront espacées, dans l'emplacement de l'appareil moteur, de 50 centimètres, et dans le reste de la longueur, de 66 centimètres.

Les tôles seront fabriquées avec du fer de première qualité travaillé au charbon de bois.

Les feuilles s'assembleront, soit entre elles, soit sur les cornières, avec des rivets en fer doux, suffisamment rapprochés, bien mattés, et d'une force convenable.

L'intérieur du ponton sera en charpente.

Sur le fond régneront cinq carlingues de l'arrière à l'avant; elles auront environ 33 centimètres de hauteur sur 24 d'épaisseur. Les écarts seront à crochet de 16 décimètres de longueur.

Les carlingues recevront des boulons de 23 millimètres sur toute leur longueur; ces boulons, écartés de 66 centimètres l'un de l'autre, seront chassés par dessous et serrés à écrous sur la carlingue.

Il y aura un tour de serre-bauquière de 30 centimètres de largeur sur 15 d'épaisseur. Les écarts seront à crochets de 13 décimètres de longueur ; et pour croiser les grands bouts, on placera des sous-serres de 10 mètres de longueur, de 25 centimètres de largeur et de 15 centimètres d'épaisseur.

Les grands baux auront 30 centimètres sur 28 d'équarrissage, et les barrots ordinaires 16 sur 16. Les barrots d'écoutilles seront plus forts.

Toutes les pièces de charpente seront solidement reliées, soit entre elles, soit à la coque en tôle, par des boulons et des courbes en fer.

Les plats-bords auront 28 centimètres de largeur sur 9 centimètres d'épaisseur : les écarts des bouts seront à crochets.

Toute la charpente sera construite en chêne, à l'exception du pont qui sera bordé à petites étraques en sapin rouge du Nord de 6 centimètres d'épaisseur.

Le ponton portera des tabrins, des galoches, des treuils, des lisses de garde-corps, un gouvernail et sa barre, ainsi que tous les apparaux nécessaires à la manœuvre.

Les matériaux employés seront de première qualité ; l'exécution aura lieu suivant les meilleures règles de l'art, et toutes les précautions seront prises pour assurer la solidité de l'ensemble, et la conservation des divers matériaux.

Échelles de godets. — Le ponton portera de chaque côté deux échelles de godets munies de leurs tambours, de leurs ferrures et de leurs rouleaux ; ces échelles seront disposées pour draguer jusqu'à 8^m 50 de profondeur au-dessous de l'eau, et pour travailler dans les faibles hauteurs d'eau en dehors de la longueur du ponton. La vitesse des godets devra pouvoir être diminuée ou augmentée en raison de la résistance plus ou moins grande du terrain.

Cependant l'entrepreneur pourra n'installer qu'une seule échelle de godets au milieu et à l'arrière du ponton : pourvu que cette installation, tout en remplissant les conditions précédentes, ne nuise pas à la solidité du ponton et permette de draguer dans les angles.

Machines a vapeur. — Chaque appareil moteur aura une force totale d'environ seize chevaux : il sera composé de deux machines d'égale force, à double effet, à moyenne pression et à condensation, et à détente variable.

Ces machines marcheront sous une pression effective d'une atmosphère; elles seront installées solidement sur les carlingues, et munies de toutes les pièces de mécanisme et de tous les accessoires nécessaires pour les mettre en bon état de service ; elles devront être parfaitement soignées et parfaitement ajustées dans toutes leurs parties, et présenter le fini qu'on trouve dans tous les bons appareils.

Elles pourront marcher ensemble ou séparément à volonté.

Les pistons des cylindres à vapeur, seront à garnitures métalliques.

Les pistons des pompes à air seront en cuivre, les sièges également en cuivre . les clapets seront en feutre ou en toile en plusieurs doubles.

faite suivant la ligne 1-2 du plan, c'est-à-dire devant le mécanisme principal. On aperçoit à la partie inférieure les machines motrices et leur transmission, et sur le pont, la commande des chaînes à godets.

La deuxième section est faite suivant la ligne 3-4; elle montre la suspension des échelles et les treuils qui en règlent l'inclinaison.

Arbres de commande et poulies. — L'arbre de couche E, qui reçoit l'action des deux machines, se trouve au-dessous du pont du navire et

Les pompes à air seront en fonte, revêtues d'une chemise en cuivre jaune.

Les pistons des pompes d'épuisement et d'alimentation seront en bronze.

La manivelle et les diverses articulations seront polies et en fer forgé.

La machine sera à détente variable en marchant; la détente aura lieu dans son minimum sur les trois dixièmes de la course des pistons, et dans son maximum sur les sept dixièmes.

Tous les tuyaux et robinets appliqués à la coque seront en fer et en fonte.

Les tuyaux et robinets appliqués à la chaudière seront en cuivre.

Le choix du système, parmi ceux actuellement employés, est abandonné à l'entrepreneur sous la réserve énoncée ci-après.

Chaudières. — La vapeur sera fournie par des chaudières tubulaires en cuivre, qui reposeront par une couche épaisse de mastic à l'huile sur un massif de briques maçonnées en argile.

Les tubes seront parfaitement cylindriques en laiton étiré : ils seront mandrinés, ainsi que les faces planes dans lesquelles ils seront ajustés.

Les faces de chaque chaudière seront reliées invariablement par des tirants en cuivre rouge.

Chaque appareil devra satisfaire à toutes les conditions de sûreté déjà prescrites par les règlements, ou qui viendraient à être légalement prescrites pour les machines à vapeur de même sorte.

Dragues en travail. — Chaque appareil moteur devra faire mouvoir les chaînes de godets, relever les tabliers qui les portent, touer le ponton pendant le travail ou lors des déplacements, et dans ce dernier cas, donner au ponton une vitesse d'au moins un mètre par seconde.

Les communications de mouvement, établies pour ces diverses opérations, présenteront les moyens les plus efficaces pour éviter les avaries, tels que des cônes de frottement, des courroies, des genoux de Cardan, et des embrayages faciles à manœuvrer.

En travail, les pontons ne devront pas tirer plus de 12 décimètres d'eau.

Les appareils devront en outre pouvoir curer dans les angles et au pied des murs, et travailler dans l'avant-port avec 30 centimètres de levée.

Les machines de chaque ponton seront faites exactement sur le même modèle et les mêmes dimensions, de telle sorte que toutes les pièces destinées à une machine puissent s'adapter avec précision à l'autre : ces appareils devront en outre être munis de pièces et de godets de rechange en assez grande quantité, pour que les avaries donnent lieu au moindre chômage possible.

Chaque ponton contiendra un petit atelier d'ajustage et de forge pour les réparations courantes, des soutes à charbon, un magasin, un petit logement pour le maître-dragueur, un petit bureau pour les agents des ponts et chaussées, et toutes les installations qui peuvent faciliter et activer le travail de dragage : les cloisons de la chambre des machines et des soutes à charbon seront construites en tôle, et disposées, en cas de voie d'eau, de manière à isoler le mal : les autres cloisons seront en sapin rouge.

Bateaux a vase. — Chaque bateau à vase à construire présentera une contenance de 100 mètres cubes; il portera des clapets de manière à pouvoir facilement et sans secours se décharger en mer. Ces clapets s'ouvriront sous le bateau en deux parties pour permettre le déchargement dans de faibles profondeurs d'eau.

La coque du bateau et les parois des cases seront construites en tôle. Cette tôle aura 7 millimètres d'épaisseur pour le fond, 6 sur les côtés et 5 dans les cases. On suivra pour l'agencement des feuilles de tôle et des cornières, et pour l'exécution du travail, les dispositions prescrites pour les nouveaux bateaux dragueurs.

La charpente intérieure sera en sapin rouge, ainsi que les tillacs d'avant et d'arrière.

Chargé de vases, chaque bateau tirera au plus 15 décimètres d'eau ; il devra supporter l'échouage sans éprouver de déformation.

Des fargues de 30 centimètres de haut pourront être rapportées à volonté tout au pourtour de chaque bateau; l'enlèvement des fargues facilitera au besoin le chargement à bras, et la pose de ces fargues rendra moins dangereuse la sortie des bateaux par une mer houleuse. »

porte, ainsi que nous le verrons sur la pl. 14, quatre poulies, dont deux G sont d'un diamètre égal à 2m 50, et les autres G′ n'ont que 1m 70 seulement. Cette addition de doubles poulies a pour objet de permettre de faire marcher les dragues à deux vitesses différentes. On comprend qu'il peut, en effet, souvent être utile de faire mouvoir les chaînes à une grande vitesse, lorsque le dragage, par exemple, ne présente pas une grande résistance, tandis que, au contraire, on doit ralentir sensiblement si les matières à enlever sont difficiles et très-résistantes.

Le mouvement est communiqué au grand arbre de couche *b*, placé plus près du centre du bateau et à deux mètres au-dessus du pont, par les deux grandes courroies *c*, qui n'ont pas moins de 20 centimètres de largeur. Cet arbre porte, comme le premier, quatre fortes poulies, dont deux D correspondent aux deux plus grandes G, et les deux autres D′ de mêmes dimensions que ces dernières correspondent, au contraire, aux plus petites G′. Cet arbre de couche devient ainsi le moteur de toute la drague, et tourne soit à la vitesse de 20 tours 40 par minute, lorsque celle de l'arbre des machines est de 30 tours, et que les courroies passent, comme l'indique le dessin, sur les poulies G′ et D′, soit à celle de 44 tours 10 quand les courroies se trouvent en G et D. Il est évident qu'en ralentissant ou en augmentant la rapidité des machines, on peut obtenir en outre des vitesses intermédiaires.

L'arbre de couche *b* porte un fort pignon droit *d*, qui engrène avec la grande roue dentée F′, fixée sur le grand arbre en trois pièces E′, par lequel le mouvement de rotation est transmis aux deux chaînes sans fin.

Le rapport entre le diamètre du pignon et celui de la roue est comme 1 à 6 environ, par conséquent la vitesse de rotation de l'arbre E′ et des tambours de la drague est six fois plus petite que celle de l'arbre de commande *b*, d'où il résulte que la rotation minimum des chaînes est à peine de 3 tours par minute, et celle maximum de 8 à 9 tours au plus.

L'arbre E′ est en trois parties réunies par des manchons d'embrayage, afin de permettre de faire marcher les chaînes, soit ensemble, soit indépendamment l'une de l'autre, à volonté et suivant les besoins. Il arrive, en effet, que quelquefois il n'est utile que d'en faire mouvoir une seulement; le constructeur a ménagé cette faculté en appliquant les manchons *e e′*, que l'on peut toujours embrayer ou débrayer aisément à l'aide des grandes manettes à fourches *f*. (Voir le détail d'un de ces manchons fig. 11, pl. 13.)

La portion milieu de l'arbre est portée par les coussinets des supports en fonte *g*, qui sont boulonnés entre les grandes et fortes pièces de charpente C, qui reposent sur le fond du bateau et s'élèvent bien au-dessus du pont. Les deux autres parties, qui reçoivent les tambours supérieurs des chaînes à godets, sont aussi portées, d'une part, par des supports *g′* semblables, mais moins forts que les précédents, et fixés de la même manière aux poutres C′, et de l'autre par des chaises de fonte g^2 suspendues à des poutres longitudinales H qui réunissent les pièces C et C′ par leur som-

net, et dont des tirants en fer *h* maintiennent encore la rigidité, de sorte que, quoique cette partie se trouve assez isolée du navire, à cause de sa hauteur au-dessus du pont, elle présente néanmoins toute la solidité désirable et ne tremble pas pendant le travail. Des joues verticales minces *i* sont rapportées à l'extérieur pour garantir les côtés.

TAMBOURS ET LONGERONS. — Sur les parties extrêmes de l'arbre E' sont ajustés les tambours ou *hérissons* carrés en fonte I. Ces tambours sont chacun enveloppés de deux frettes en fer *j*, sur lesquelles passent les chaînons des godets, et que l'on peut remplacer au besoin, en cas d'usure. De chaque côté des tambours, sont appliquées les longues pièces inclinées J en bois, revêtues extérieurement de fortes plaques de tôle et réunies à de certaines distances par des entretoises *k*. A leur extrémité supérieure, ces longrines sont coiffées des douilles à nervure en fonte K, formant manchons alésés, pour pivoter autour des portées cylindriques ménagées aux supports g' et aux chaises g^2; disposition qui permet au système des chaînes à godets de s'élever ou de descendre suivant qu'on veut les retirer de l'eau ou les y plonger.

L'extrémité inférieure des longrines J est aussi garnie d'une forte pièce de fonte à nervures K', qui en forme le prolongement et qui sert à recevoir l'axe du tambour inférieur I' et les agrafes des chaînes de suspension, au moyen desquelles on peut faire descendre ou monter les dragues.

Pour maintenir la rigidité des longrines, déjà bien consolidées par les plaques de tôle dont elles sont revêtues et par les entretoises qui les réunissent, le constructeur a cru devoir y ajouter au-dessous des tirants en fer *l*, soutenus par les tiges *l'*, et reliés vers les extrémités des pièces K et K'. De cette sorte, tout l'appareil présente une parfaite solidité et une longue durée, malgré les fatigues qu'il est susceptible d'éprouver dans le travail.

CHAINES ET GODETS. — Les chaînes à godets se composent de forts maillons en fer forgé *m*, qui sont alternativement simples et doubles, et tous assemblés à charnière; la longueur de ces maillons est telle qu'elle correspond exactement à la largeur des faces de chaque tambour, de manière à déterminer le passage de quatre maillons par révolution de celui-ci.

Entre les maillons doubles sont pincés les bords des godets L, qui sont entièrement en fer, formés d'un fond en tôle épaisse percée de trous pour donner sortie à l'eau, et d'une surface latérale en tôle plus mince, mais consolidée par des bords en fer forgé. Au milieu du bord extérieur est ménagée une partie saillante *o*, qui détache plus aisément les cailloux, les pierres et autres corps durs.

Pour que dans leur marche ascensionnelle les godets pleins suivent rigoureusement un plan droit incliné suivant la position des longrines, les maillons sont soutenus sur une suite de galets ou de rouleaux parallèles *z*, montés sur des axes en fer mobiles dans des coussinets en bronze rap-

portés contre les faces intérieures des longrines. Les godets descendant à vide n'ont évidemment pas besoin d'être dirigés, les chaînes sont donc libres de ce côté au-dessous des longrines.

Le tambour inférieur I', au lieu d'être d'une seule pièce comme le tambour supérieur, a été exécuté en plusieurs parties, comme le montrent les détails (fig. 5 et 6, pl. 13), pour permettre d'y appliquer des joues et d'y passer facilement les chaînes à godets. Le corps carré du tambour est relié avec les deux joues latérales b^2 par quatre boulons à écrous; ces joues sont fondues avec les moyeux qui les assujétissent sur l'axe, et des gorges y sont pratiquées extérieurement pour recevoir des fragments de frettes en fer j' que l'on peut renouveler au besoin.

D'après ce qui précède on peut aisément se rendre compte de la vitesse de ces dragues, puisqu'à chaque révolution des tambours il passe sur leur circonférence deux godets pleins; il en résulte que, au minimum, il y a environ six godets qui sont remplis et se vident successivement, et que, au maximum, il y en a environ 16 à 17. Dans ce dernier cas, on suppose que les résistances sont moins considérables, qu'on enlève du sable ou de la vase, tandis que dans le premier les résistances sont beaucoup plus fortes parce qu'on a à détacher des cailloux, des pierres, etc.

Dans tous les cas, on comprend que par la disposition adoptée dans le mode de transmission de mouvement, si la résistance devenait plus grande que la puissance du moteur, les courroies glisseraient sur leurs poulies et ne causeraient aucun accident, ce qui n'aurait pas lieu évidemment si le mouvement était donné par des engrenages, comme cela se présente dans la plupart des autres bateaux dragueurs.

Mouvement graduel du bateau. — Le navire, et par suite tout l'appareil de dragage, reçoit un mouvement de translation très-lent, en même temps que les chaînes à godets marchent et que ceux-ci se remplissent. A cet effet, sur le même arbre b le constructeur a adapté un excentrique circulaire O, embrassé par une bague solidaire avec le grand tirant en fer p, qui se relie par son autre extrémité avec le levier porte-cliquet P, auquel il transmet un mouvement alternatif autour de l'axe q. De chaque côté de ce levier sont appliqués les cliquets r, qui tombent et s'engagent constamment dans les dents des grandes roues à rochet Q. Ces roues, ajustées sur le même axe q, font tourner celui-ci d'une très-petite quantité, à chaque révolution de l'excentrique, et par suite elles font mouvoir les tambours ou les treuils en fonte R fixés aux deux extrémités de cet arbre.

Or, deux grandes et fortes chaînes en fer s, attachées à la circonférence de ces treuils en faisant plusieurs tours sur elles-mêmes, et agrafées par l'autre bout, à une certaine distance du navire, à deux ancres ou points fixes, s'enroulent nécessairement sur ces tambours au fur et à mesure qu'ils tournent et déterminent par suite l'avancement du bateau comme un *toueur*. Cet avancement est évidemment très-lent, puisqu'à chaque révolution de l'excentrique de commande O, les roues à rochet, et par conséquent les treuils,

ne tournent que d'une très-petite quantité. On peut au besoin faire mouvoir ces treuils à la main, en dégageant les cliquets des dentures et en s'appliquant aux grandes manivelles en fer t, qui sont montées aux extrémités de l'axe q'; cet axe porte le pignon denté u, qui engrène avec la grande roue droite Q′, placée à côté des roues à rochet sur l'arbre q. Le mouvement imprimé aux manivelles t est donc ainsi communiqué aux tambours R par ces engrenages, et détermine par suite l'avancement lent et graduel du navire.

Pour marcher plus rapidement, ce qui peut avoir lieu lorsque le bateau doit aller à vide, sans travailler, on se sert des petits treuils R′, qui sont placés au-dessus des précédents et fixés sur l'axe q'. On débraye alors le pignon u en faisant glisser l'axe dans ses coussinets.

Les chaînes de traction s sont guidées au delà des treuils par des rouleaux ou galets à gorge S, et en outre, à l'extrémité du bateau, par d'autres galets S′ et par des rouleaux horizontaux S^2.

INCLINAISON DES ÉCHELLES — Le mécanisme pour enlever ou descendre les dragues est aussi disposé d'une manière très-heureuse et permet de faire monter par le moteur, comme nous l'avons dit, chaque système indépendamment l'un de l'autre.

Ce mécanisme consiste en deux grands et forts treuils en fonte, composés chacun d'un gros tambour cylindrique et horizontal T, à gorge continue et héliçoïdale, sur la circonférence duquel s'enveloppe la chaîne de suspension v qui communique avec les mouffles U. L'axe de ce tambour porte une forte roue droite V, avec laquelle peuvent engrener deux pignons droits x, x', qui lui transmettent chacun un mouvement de rotation différent. Le pignon x n'est pas invariablement fixé sur son arbre, mais il y est, au contraire, ajusté libre; c'est seulement à l'aide d'un manchon d'embrayage y qu'on le rend solidaire, en faisant glisser celui-ci par la grande manette y' qui s'élève au-dessus du pont. Or, lorsque cet embrayage a lieu, le treuil marche moins lentement que quand c'est le second pignon x' qui commande, parce que la vitesse de celui-ci est notablement retardée par la roue droite V′, montée sur son axe qui, comme on le voit, est directement au-dessus du tambour. Avec cette roue V′ on peut faire engrener le pignon x^2, qui est ajusté libre sur le même axe que le premier x, et que l'on embraye ou que l'on débraye comme celui-ci, au moyen d'un manchon mobile et d'une grande manette y^2 semblable à la précédente. On voit donc qu'en embrayant ainsi l'un ou l'autre des deux pignons x' ou x^2, on fait marcher le treuil moins ou plus lentement, et par suite on soulève ou on descend la chaîne à godets avec plus ou moins de célérité.

L'arbre de ces deux pignons mobiles x et x^2 se prolonge d'un bout, pour porter la roue d'angle Y, avec laquelle engrènent à la fois les deux roues folles Y′ et Y^2, qui sont de même diamètre. Ces dernières, libres sur leur axe, n'y deviennent solidaires qu'autant que l'on embraye avec l'une ou avec l'autre le manchon z', ce qui se fait à la main par la poignée à fourche z^2. L'axe qui porte ces roues folles et leur manchon d'embrayage

reçoit son mouvement continu du moteur par la poulie Z, laquelle n'a pu être directement mise en communication avec l'arbre de couche de la machine, à cause de l'énorme distance qui existe entre elle et cette machine. Le constructeur a préféré appliquer vers le milieu de cette distance un arbre intermédiaire b^3 portant les poulies Z' et Z^2, et par conséquent le mouvement est transmis de celles principales du moteur par deux courroies au lieu d'une seule, comme on le voit sur le plan général.

Pour que le mouvement descensionnel de la chaîne à godets ne puisse se faire trop rapidement, à cause de la charge considérable qui tend à tirer la chaîne de suspension, on a eu le soin d'appliquer à la roue V' un frein énergique, composé d'une plate-bande en acier, qui embrasse la gorge circulaire ménagée sur le côté de la roue, et attachée, d'un bout, en un point fixe, sous une traverse du pont, et de l'autre, à la plus courte branche d'un levier coudé *b'*, qui est chargé, à l'extrémité de la branche la plus longue, d'un contre-poids convenable, lequel a pour objet de tenir la plate-bande circulaire constamment en contact avec la surface de la gorge. Lorsqu'on veut, toutefois, dégager le système pour empêcher le frein d'agir, il suffit de soulever le levier du côté de son contre-poids, ce qui se fait du dessus du pont à l'aide de la tringle c^2.

On a donc ainsi ménagé toute la commodité et toute la sécurité désirables pour le service de la drague, et, comme on le voit bien sur le dessin d'ensemble, le mécanisme étant tout à fait distinct pour chaque chaîne à godets, on peut indifféremment faire mouvoir l'une sans l'autre, et réciproquement.

Plusieurs treuils A', B', B^2, D' sont disposés et répandus sur le pont du navire pour servir à diverses manœuvres qui sont indépendantes des machines. Ces treuils sont d'une construction très-simple.

Le bateau est aussi muni d'un gouvernail E^2 pour servir à le diriger dans les directions voulues, lorsqu'on le fait marcher. Enfin, plusieurs escaliers sont ménagés à divers points pour le service de tout l'appareil, comme aussi des cabines en bois sont formées entre la cale et le pont pour y loger des outils, et au besoin recevoir quelques-uns des ouvriers. La machine et les chaudières A^2 occupent l'extrémité du navire à l'avant et les treuils de suspension lui font équilibre à l'arrière.

Travail — Avec ce système de drague, on enlève 95 mètres cubes de vase ou de sable par heure dans les nouveaux bassins en construction. C'est environ le double de ce que l'on faisait avec les anciennes dragues à engrenages de moindres dimensions.

Dans le projet, l'administration fixait ainsi le travail annuel :

« La drague ancienne de l'administration, de la force de 8,63 chevaux, peut extraire par an des bassins 74.000 mètres cubes.

« L'une des nouvelles dragues, de la force d'environ 16 chevaux, pourra extraire proportionnellement 137.000 mètres cubes. (D'après nos données on voit que ce chiffre a été de beaucoup dépassé.)

« Dans l'avant-port le cube extrait serait réduit par la sujétion des ma-

rées, les pertes de temps, et la résistance du terrain aux deux tiers de ces nombres.

« Enfin, dans le chenal, les mêmes causes agissant plus efficacement encore abaisseraient le produit du dragage à moitié. »

Pour chaque mètre cube extrait, l'administration accorde une consommation de combustible de 1k80 en y comprenant l'allumage et le ralentissement du travail.

APPAREIL MOTEUR DE LA DRAGUE,

REPRÉSENTÉ PLANCHE 14.

La figure 1re du dessin, pl. 14, représente une projection latérale de l'appareil à vapeur qui fait mouvoir la drague.

La figure 2e est un plan vu en dessus de cet appareil, et des grandes poulies motrices.

La figure 3e est une vue par bout, ou une section transversale faite suivant la ligne 1-2.

Et la figure 4e une autre section verticale par l'axe de la pompe à air, suivant la ligne 3-4.

On voit par ces figures que, comme nous l'avons dit plus haut, l'appareil moteur de la drague est composé de deux machines accouplées, à cylindres oscillants, comme un grand nombre de celles qui ont été adoptées dans la marine, soit en Angleterre, par M. Penn et M. Maudslay, soit en France, par M. Cavé, M. Nillus et plusieurs autres constructeurs.

Ainsi, des appareils de ce genre ont été établis sur de très-grandes dimensions; il nous suffira de citer le *Chaptal* (de M. Cavé), bateau à hélice, de 220 chevaux, et son dernier navire, encore en chantier, de la puissance de 640 chevaux; le *Phénix* (de M. Nillus), bateau à roues de 220 chevaux, lequel a déjà fait ses preuves et passe pour l'un des meilleurs marcheurs, et son appareil du *Flambard*, qui est tout récent, et dont tous les visiteurs de l'Exposition ont admiré la belle exécution.

Ces appareils se distinguent surtout par le peu de place qu'ils occupent dans le bâtiment, et par leur faible poids, comparativement à ces énormes machines à balancier qui étaient presque les seules en usage dans la marine de l'État jusqu'en 1842.

Le système à cylindres oscillants permet d'établir une communication de mouvement directe du piston à l'arbre de couche, et de réduire la construction du bâtis à des supports en fonte et en fer, très-simples, très-légers, et en même temps très-solides.

Du BATIS. — Dans l'appareil de la drague, ce bâtis se compose de huit colonnes en fer forgé A, qui n'ont pas plus de 0m045 de diamètre à la base, et qui sont assujéties sur le bassin en fonte B, lequel sert à la fois de plaque d'assise à toute la machine, et de réservoir ou de grand vase à eau froide pour la condensation de la vapeur. Ces mêmes colonnes supportent,

par leur sommet, la corniche de fonte à jours et à nervures C qui est fondue avec des oreilles pour se relier, d'une part, à des charpentes du navire, et de l'autre, à la plaque d'assise par les croix de Saint-André D, afin de donner au système toute la rigidité nécessaire. Deux grands chevalets ou supports inclinés D′ complètent cette partie fixe de l'appareil, en soutenant les extrémités de l'arbre moteur en fer forgé E.

Arbre et poulies de commande. — Sur ces chevalets et la corniche se boulonnent les paliers de fonte *a* garnis de coussinets en bronze pour recevoir les tourillons de l'arbre de couche E, lequel est composé de trois parties distinctes, qui se réunissent par les manivelles motrices F. Celle du milieu est coudée pour faire mouvoir la pompe à air; sur les deux autres sont fixées les deux grandes poulies doubles GG′ pour commander les tambours supérieurs des deux chaînes à godets. Ces poulies forment une innovation importante dans ce genre d'appareils, car jusque-là on avait presque toujours transmis le mouvement aux tambours par des engrenages. Elles sont, en outre, construites de manière à former volant, c'est-à-dire que la jante des deux plus grandes G′ est d'une forte épaisseur, afin de présenter un poids convenable et suffisant, non-seulement pour déterminer la régularité de la marche du moteur, mais encore pour servir, dans des moments donnés, à vaincre des résistances considérables (1).

Pistons et cylindres a vapeur. — Aux boutons des doubles manivelles motrices F, qui sont en fer corroyé, comme les trois parties de l'arbre de couche, sont suspendues directement les tringles de fer H qui sont les tiges mêmes des pistons à vapeur; la tête de ces tiges forme collier en bronze en deux pièces réunies par des boulons; tournées coniques à leur extrémité inférieure, elles s'ajustent dans le centre des pistons, et y sont retenues par un fort écrou, comme le montre la coupe verticale (fig. 7).

La construction de ces pistons mérite d'être signalée; leur garniture est mixte, c'est-à-dire en chanvre et en métal. Ainsi ils se composent d'un corps en fonte I, évidé à l'intérieur, pour le rendre moins pesant, et formant une gorge à sa circonférence, pour y recevoir d'abord une forte tresse de chanvre, que l'on comprime extérieurement par un cercle en fer écroui *b* (fig. 9), afin de faire ressort, et par le bout, au moyen du couvercle de fonte *c* fixé sur le corps du piston par quatre boulons à tête carrée, dont les écrous sont engagés dans l'épaisseur de celui-ci; des petits rochets *d* (fig. 8) sont rapportés sur la tête des boulons, pour les empêcher de se desserrer pendant le mouvement, à l'aide de cliquets à ressort *e*, dont le bout presse contre leur denture. Des cavités correspondantes à la place des boulons sont ménagées au dessous du couvercle du cylindre, et

(1) Ces poulies sont réellement plus grandes qu'elles ne paraissent sur le dessin, d'après l'échelle; nous avons été amené à les réduire de diamètre, afin d'occuper moins de place sur les figures; au reste, elles ont 2m 50 et 1m 70 de diamètre, et celles qu'elles commandent sur le bateau ont des dimensions analogues; par conséquent, elles peuvent, comme nous l'avons déjà dit, transmettre aux tambours des dragues deux vitesses différentes, suivant la nature du travail que celles-ci doivent faire.

fermées par des bouchons à vis en cuivre, pour permettre de loger la tête de ces boulons quand le piston arrive à la partie supérieure de la course, et servir à serrer la garniture, sans démonter ce couvercle.

Par cette construction le piston forme un diaphragme parfaitement étanche, qui ne laisse pas échapper la vapeur, à travers, parce que la tresse de chanvre comprimé tend à agrandir le cercle métallique, et à le faire coïncider avec les parois du cylindre à vapeur, et en même temps elle est garantie du frottement et de l'usure par ce cercle lui-même.

Les cylindres à vapeur L sont les deux pièces principales de tout l'appareil; enveloppés extérieurement d'une chemise en bois cerclée, ils sont fondus, chacun d'une même pièce, avec les tourillons *f f'* (fig. 5 et 6) sur lesquels ils doivent osciller, et qui reçoivent, d'un côté, la vapeur venant de la chaudière, et de l'autre, celle qui a produit son effet sur le piston, et qui se rend au condenseur. Leur fond, ou la base inférieure venue de fonte avec le corps de chaque cylindre, a été seulement percé au centre pour le passage de l'arbre de l'alésoir qui a servi à les mettre exactement au rond; cette ouverture est fermée par un bouchon en fonte. La base supérieure, entièrement ouverte, est fermée par le grand couvercle de fonte J, qui est tourné partout, et qui, à son centre, forme boîte à étoupe à la tige du piston (fig. 5); il est, en outre, garni d'un graisseur *g*, que que l'on ouvre à l'aide de sa petite poignée, toutes les fois qu'on juge nécessaire de laisser tomber plusieurs gouttes d'huile sur le piston, afin de graisser sa garniture, et d'une soupape de sûreté *i*, destinée à livrer issue à la vapeur, lorsque la pression intérieure dans le cylindre est trop grande. Cette soupape est formée d'un simple disque conique en bronze, reposant sur un siége ouvert de même métal et incrusté dans l'épaisseur du couvercle; un ressort à boudin presse au-dessus pour la maintenir fermée, tant que la pression de la vapeur ne dépasse pas le degré voulu; et une cloche en cuivre *h* percée de trois ouvertures recouvre le tout. Une soupape analogue *i'* est également appliquée à la partie inférieure de chaque cylindre.

Les cylindres sont aussi fondus, non-seulement avec les canaux *l*, *l'* (fig. 7) qui se rendent à la partie supérieure et à la partie inférieure du cylindre, mais encore avec des conduits latéraux dont l'un *j* (fig. 6 et 8) amène la vapeur du tuyau d'introduction K, dans la boîte de distribution M, et l'autre *j'* amène la vapeur qui a produit son action sur le piston, de l'intérieur du cylindre au tuyau d'échappement K' qui va directement au condenseur. Une cloison intérieure *k* sépare ces deux conduits qui débouchent dans la même boîte, mais le premier à l'extérieur du tiroir de distribution *m* (fig. 8) et le second à l'intérieur seulement, de sorte qu'il ne peut y avoir aucune communication directe entre eux.

Quoique les machines ne soient construites que pour la force nominale de 10 chevaux chacune, les pistons n'ont pas moins de 0^m460 de diamètre, par conséquent:

$$\left(\frac{0^{m}460}{2}\right)^{2} \times 3{,}1416 = 0^{m.\ q.}1662 \text{ de superficie,}$$

ce qui correspond à une surface de $\frac{1662}{10} = 166^{\text{centim. q.}}$ par cheval.

Il est vrai que la pression de la vapeur n'est au plus que de deux atmosphères, ou $2^{k}066$ par centimètre quarré, lorsqu'elle arrive sur le piston, et par conséquent, lorsqu'on détend à moitié de la course, la pression n'est plus que d'une atmosphère ou $1^{k}033$ par centimètre quarré.

Distribution de la vapeur. — Les cylindres étant oscillants, et avec tiroirs mobiles appliqués contre leur surface droite, comme dans les machines à cylindre fixe, on a dû naturellement disposer le mécanisme de distribution de manière à permettre à ces tiroirs de découvrir alternativement les lumières d'introduction *l* et *l'*, tout en suivant les oscillations mêmes des cylindres et des boîtes dans lesquelles ils sont renfermés, ce qui n'est pas sans difficulté.

La disposition adoptée à cet effet, par M. Penn et par M. Nillus, est à la fois très-ingénieuse et très-simple. La tige *n* de chaque tiroir, est renflée dans son milieu pour recevoir la dent arrondie *o* qui fait corps avec l'axe courbe en fer *p* (fig. 1, 3 et 10). Cet axe est porté par ses deux tourillons dans des coussinets *q* appliqués contre le cylindre, et se termine, d'un bout, par une petite manivelle *r* de laquelle il reçoit son mouvement circulaire alternatif, tout étant entraîné dans les oscillations du cylindre, et imprime ainsi à la tige et au tiroir un mouvement rectiligne de va et vient. La tige *u* étant guidée par le stuffingbox qui surmonte la boîte de distribution, et par une petite douille *s* boulonnée à la partie supérieure du cylindre, son tiroir reste constamment, en marchant, parallèle à l'axe de ce dernier, et d'autant mieux appliqué contre le siége bien dressé de celui-ci, que non-seulement il est pressé par la vapeur, mais encore par un ressort méplat, rapporté sur le dos, à l'intérieur de la boîte (fig. 7 et 8).

Ce tiroir est un simple disque rectangulaire en fonte, comme les tiroirs ordinaires, évidé au milieu pour permettre le passage de la vapeur du cylindre au condenseur; il est à recouvrement, c'est-à-dire que ses brides ou parties droites qui découvrent alternativement les orifices *l*,*l'*, sont plus larges que ceux-ci n'ont de hauteur, afin d'interrompre l'arrivée de la vapeur, avant que le piston ne parvienne aux extrémités de sa course.

La petite manivelle *r* ne peut pas être directement reliée au tirant de l'excentrique, comme dans les machines à cylindre fixe, il faut nécessairement établir un intermédiaire qui lui permette d'avoir le mouvement angulaire convenable pour la marche du tiroir, en même temps qu'elle suit les oscillations du cylindre à vapeur.

Cet intermédiaire est un arc à coulisse en fer O (fig. 11, 12 et 13) qui, vers son milieu, porte un bouton *t* sur lequel s'agrafe l'extrémité à encoche

du tirant d'excentrique P, construit de manière à embrayer ou débrayer à volonté, comme dans tous les appareils de navires à vapeur. Ce tirant se termine par un collier en cuivre qui embrasse l'excentrique circulaire Q, monté sur l'arbre moteur. Dans la rotation de cet excentrique, le bouton fixé à l'arc mobile est obligé de monter et de descendre, et par suite fait faire à cet arc le même mouvement. Mais afin que sa marche rectiligne soit tout à fait dans un plan vertical, il se termine par des demi-colliers qui glissent contre les colonnes A, et porte de plus une queue prolongée jusqu'à la corniche supérieure en fer O', afin d'être ainsi guidé dans trois points différents.

Or, dans la coulisse de cet arc mobile est ajusté un petit coussinet d'acier *u* qui est solidaire avec le sommet de la manivelle *r*; par conséquent, pendant son mouvement ascensionnel et descensionnel, il force cette manivelle et son axe *p* à décrire un certain angle, et sans cependant les gêner dans leur mouvement oscillatoire, puisque ce coussinet glisse, tout en montant et en descendant, sur la longueur de la coulisse, qui est exactement tracée suivant un cercle concentrique au centre d'oscillation du cylindre à vapeur. Ce double mouvement de la manivelle et de son axe s'effectue d'une manière très-régulière et parfaitement en rapport avec la marche du piston, de sorte que le tiroir de distribution se trouve toujours dans une position correspondante à celle de ce dernier, comme s'il n'avait qu'un simple mouvement rectiligne alternatif.

Une autre condition à remplir, et qui a aussi son importance dans un tel appareil, à cause des obstacles multipliés qu'on rencontre pendant le travail, c'est de pouvoir faire marcher le tiroir à la main, toutes les fois qu'on le juge nécessaire. A cet effet, on *déclanche*, c'est-à-dire on dégage le tirant d'excentrique du bouton *t*, en poussant la petite tringle à mentonnet *v* (fig. 13) à l'aide de la tige à poignée *v'* (fig. 1), et alors le bouton, l'arc mobile et la manivelle *r* sont arrêtés, quoique l'excentrique continue sa marche rotative ; la bride en fer *x* rapportée contre le tirant le maintient contre le bouton, en lui permettant de monter et de descendre, de sorte qu'on est toujours prêt à embrayer celui-ci, quand on veut remettre en marche par l'action de la machine.

Quand ce bouton est ainsi dégagé, on comprend qu'il est facile d'imprimer à l'axe mobile un mouvement alternatif, à la main, au moyen de la grande manette R, dont le point d'appui est en *y*, sur l'une des colonnes, et qui est constamment à la portée du mécanicien. Un long ressort méplat, relié par une tige filetée, à la partie inférieure du tirant d'excentrique, le maintient enclanché, quand on réembraye le bouton.

Valve d'admission et détente.— La vapeur qui est produite dans la chaudière, ne peut se rendre à la boîte de distribution sans traverser la chapelle en fonte S, qui contient la valve d'admission, et au moyen de laquelle le mécanicien peut régler l'ouverture du passage et, en outre, la soupape de détente qui fonctionne par la machine même. Cette chapelle est appli-

quée par l'une de ses tubulures au tourillon d'entrée du cylindre, et, par l'autre, au tuyau qui va à la chaudière. La valve *w* qu'elle renferme en avant (fig. 14), sert à la fois de robinet et de régulateur, et se manœuvre à la main, parce que son axe prolongé d'un côté en dehors porte un petit levier *a'* (fig. 2) qui se relie à la tringle verticale *b'*, laquelle est suspendue à un autre levier plus grand *c'*, monté sur le bout de l'axe horizontal *d'* (fig. 1re) qui, à l'autre extrémité, est armé de la poignée *e'*; il suffit alors au machiniste de mettre la main sur cette poignée, et d'appuyer ou de tirer pour ouvrir ou fermer la valve.

La soupape conique *s'*, qui repose sur le siége circulaire de la chapelle, est construite sur le système de celles dites du Cornouailles (1), elle est mise en mouvement par l'arbre moteur pour intercepter l'introduction de la vapeur à la boîte de distribution, au moyen d'une came à deux étages T (fig. 1 et 15), sur la courbure de laquelle s'appuie constamment un petit galet adapté à la fourchette f^2, dont l'axe porte un levier horizontal attaché par articulation à la tringle *g'* (fig. 1re); cette tringle descend jusque vers la chapelle S, pour se relier de même par sa partie inférieure au levier à contre-poids *h'*, auquel est suspendue la tige de la soupape. Ainsi, à chaque révolution de l'arbre de couche, la came fait lever la soupape deux fois, et la fait de même fermer deux fois. L'ouverture a lieu vers le commencement de chaque course du piston, et la fermeture vers la fin.

Au moyen d'une petite vis de rappel *i'*, dont la tête porte un petit volant servant de manivelle, on fait aisément avancer la fourchette porte-galet à droite et à gauche, et, par suite, on met ce galet en contact soit avec la courbe la plus saillante de la came, soit avec la courbe la plus petite. Avec celle-ci la détente commence aux 3/10es de la course, et avec la première aux 5/10es ou à la moitié, c'est-à-dire que l'entrée de la vapeur est interrompue aux 3/10es et au milieu de la course du piston.

Condenseur et pompe a air. — L'appareil fonctionnant à des pressions de 1 1/2 à 2 atmosphères au plus, il est indispensable de condenser la vapeur à chaque course pour faire le vide dans le cylindre, afin que toute ou presque toute la pression soit utilisée au profit du piston. Les deux machines marchent ensemble, un seul condenseur et une seule pompe à air suffisent évidemment pour remplir l'objet. Déjà nous avons vu que le condenseur est formé dans la plaque de fondation même, qui, dans son milieu, est largement augmenté de volume pour présenter une capacité suffisante à la condensation, comme on peut en juger par la coupe transversale (fig. 3). De chaque côté, il reçoit successivement la vapeur des deux cylindres par les tubulures K' qui viennent y déboucher; et sur le devant, il est garni d'un robinet d'injection U, surmonté d'un index à poignée que l'on manœuvre à volonté, et dont la pointe indique

(1) Les dessins des machines du Cornouailles publiés dans le tome précédent de ce Recueil font bien voir avec le texte la construction de ce genre de soupapes.

sur le couvercle gradué le degré d'ouverture et de fermeture. Le tuyau à deux branches U', sur lequel ce robinet est assis, se prolonge jusqu'au dehors du bateau, afin d'aspirer directement l'eau du bassin où il se trouve et la verser dans le condenseur, au fur et à mesure que le vide s'y forme.

Comme ce bateau dragueur est particulièrement destiné à travailler sur les bords de la mer ou dans des bassins en communication avec celle-ci, il était utile, comme pour les navires à vapeur qui naviguent en pleine mer, de faire tout le système de la pompe à air, de son piston et de ses clapets, en cuivre, à cause de l'action corrosive des sels que cette eau contient. C'est aussi ce qui a été adopté pour l'appareil de M. Nillus. La pompe se compose d'un cylindre de bronze V, alésé et boulonné par sa partie supérieure sur le haut du condenseur qu'elle ferme entièrement en cette partie; son fond rapporté est muni d'un clapet d'aspiration *m'*, lequel est fondu en bronze avec une queue formant contre-poids pour l'équilibre, afin qu'il se ferme sans bruit et se soulève sans résistance. Sa base supérieure est fermée par un couvercle plein X en fonte à nervures, muni d'un stuffing-box autour de la tige du piston, pour éviter les rentrées d'air par le mouvement de celle-ci.

Le piston Y (fig. 4), qui marche dans cette pompe, est également fondu en bronze, avec son clapet circulaire *n'*; sa gorge cylindrique est garnie d'une tresse de chanvre serrée, et sa tige en fer Y' est entièrement couverte d'une chemise en cuivre rouge, qui lui sert de fourreau pour la garantir complétement. La tête de cette tige n'est autre qu'une douille en bronze de deux pièces *o'*, qui embrasse le milieu de la traverse en fer Z (fig. 1re), laquelle est terminée à chaque bout par des glissières aciérées; celles-ci frottent contre les deux petites colonnettes A' qui relient les oreilles de la bride supérieure de la pompe à la corniche du haut C. Le mouvement rectiligne est donné au piston et à sa tige par le milieu coudé, en manivelle, de l'arbre de couche E et par la bielle en fer forgé B', qui fait fourche à son extrémité inférieure pour s'assembler à la même traverse, de chaque côté de la douille *o'*.

Sur le côté latéral du corps de la pompe est rapportée une large tubulure en fonte C', qui est munie d'un clapet de refoulement *p'*, et débouche dans le réservoir D^2 lorsque celui-ci est ouvert. Ce réservoir déverse toute l'eau de condensation, qui n'est pas prise par les pompes alimentaires, dans la mer par un tuyau E' qui conduit au dehors du bâtiment.

Pompes d'alimentation et pompes de cale. — M. Nillus a profité du mouvement oscillatoire des cylindres à vapeur pour appliquer sur le tourillon de l'un d'eux un collier en fer F' (fig. 3), faisant balancier, c'est-à-dire oscillant comme le cylindre, et mettant, par suite, en mouvement les pistons des trois petites pompes dont deux H' servent pour l'alimentation de la chaudière, et prennent l'eau directement dans la partie supérieure de la pompe à air. La troisième H^2 est une pompe de service, servant au besoin à envoyer de l'eau, soit sur le pont pour le nettoyer, soit

dans d'autres parties du bâtiment, elle aspire au dehors. Ces pompes qu du reste, sont construites comme les pompes foulantes ordinaires, so ainsi très-bien groupées; boulonnées par des oreilles contre le côté lat ral de la traverse qui fait partie de la plaque d'assise et du condense elles sont solidement établies sur la disposition la plus simple et la pl économique.

Nous donnerons prochainement, en publiant un article sur les différe systèmes de générateurs à vapeur, les détails relatifs à la chaudière tub laire adoptée pour cet appareil.

DIMENSIONS DES PRINCIPALES PIÈCES DE L'APPAREIL MOTEUR DE LA DRAGUE.

Cylindres à vapeur et pistons

	Mètres.
Diamètre du piston	0,460
Course	0,800
Epaisseur du dit	0,125
Hauteur de la garniture	0,083
Diamètre de la tige d'acier	0,054
Hauteur intérieure de chaque cylindre	0,971
Épaisseur de la fonte	0,018
Diamètre à l'extérieur des brides	0,580
Diamètre des soupapes de sûreté	0,060
Course du tiroir de distribution	0,020
Hauteur des bandes du tiroir	0,068
Hauteur intérieure	0,113
Hauteur des lumières d'introduction	0,040
Largeur desdites	0,180
Hauteur de la lumière de sortie	0,064
Diamètre intérieur du tuyau d'admission	0,095
Diamètre de la soupape de détente	0,108
Hauteur du jeu de cette soupape	0,016
Diamètre du tuyau de sortie	0,122
Diamètre des tourillons	0,190
Largeur	0,090

Plaque d'assise formant condenseur, et colonnes.

Partie du milieu portant les cylindres et la pompe à air : longueur.	2,360
Largeur	0,964
Hauteur	0,110
Diamètre du condenseur à la partie supérieure	0,614
Diamètre du condenseur à la partie inférieure	0,560
Hauteur	0 570
Épaisseur de la fonte	0,014
Parties extrêmes, longueur	1,016
Largeur au milieu	0,964
Largeur aux patins	1,130
Hauteur	0,110
Hauteur de la corniche	0.170

Arbre moteur, manivelles et poulies.

	Mètres.
Longueur totale des trois parties de cet arbre	4,540
Distance entre les axes des cylindres	1,600
Diamètre du corps de l'arbre au milieu	0,125
Diamètre aux extrémités	0,100
Diamètre des tourillons près des manivelles	0,104
Largeur desdits	0,114
Rayon des manivelles en fer	0,400
Largeur du moyeu	0,100
Diamètre intérieur dudit	0,125
Diamètre extérieur	0,210
Épaisseur du corps	0,065
Largeur moyenne dudit	0,110
Diamètre intérieur de l'œil	0,050
Diamètre extérieur	0,140
Largeur	0,090
Diamètre extérieur des grandes poulies	2,500
Diamètre extérieur des petites	1,700
Largeur desdites	0,225
Moyeu commun. — Diamètre intérieur	0,140
Diamètre extérieur	0,225
Longueur	0,240
Épaisseur au bord de la jante mince	0,010
Épaisseur au milieu	0,015
Épaisseur de la forte jante formant volant	0,170
Largeur de la forte jante parallèlement à l'axe	0,155

Pompe à air et pistons.

Diamètre intérieur de la pompe	0,375
Diamètre extérieur	0,392
Hauteur de la partie en cuivre	0,534
Largeur de l'ouverture d'entrée du bas	0,143
Largeur du clapet	0,181
Largeur de l'ouverture de sortie du haut	0,100
Largeur du clapet	0,137
Largeur des mêmes ouvertures	0,328
Diamètre intérieur du piston à sa base inférieure	0,306
Diamètre intérieur du piston à sa base supérieure	0,275
Diamètre de la gorge cylindrique	0,323
Course de ce piston	0,340
Diamètre extérieur de la garniture	0,375
Hauteur de la garniture	0,070
Hauteur entière du piston	0,100
Hauteur de son moyeu	0,092
Diamètre extérieur de son clapet circulaire	0.285
Épaisseur dudit sans les nervures	0,010
Hauteur de son moyeu	0,083

	Mètres.
Diamètre de la tige en fer	0,034
Diamètre de son enveloppe en cuivre	0,041

Pompes alimentaires et de cale.

Diamètre du piston de chaque pompe	0,069
Longueur de la course	0,027
Rayon du balancier ou distance du cylindre au point d'attache de la tige	0,226
Diamètre du piston de la pompe de cale	0,056
Course de ce piston	0,083
Distance du centre du balancier au point d'attache de la tige	0,150

RÉSULTATS DU CALCUL.

CYLINDRE A VAPEUR.

La surface de chaque piston à vapeur est de

$$\left(\frac{0^{m}46}{2}\right)^{2} \times 3^{m}1416 = 0^{m.q.}1662,$$

soit par force de cheval nominal : $166^{\text{cent. quarrés}}$.

Le volume engendré à chaque coup est de

$$0^{m}1662 \times 0^{m}800 = 0^{m.c.}13296$$

ou $$132^{\text{déc. c.}}96.$$

La pression de la vapeur arrivant aux cylindres étant de $1^{\text{atm.}}1/2$

ou $$1,5 \times 1,033 = 1^{k.}55 \text{ par centimètre quarré.}$$

La pression totale sur le piston en entrant est de

$$1662^{c.q.} \times 1^{k.}55 = 2576^{\text{kilog.}}$$

Si on admet que la vapeur soit introduite jusqu'à la moitié de la course, et qu'il y a expansion détente pendant toute la seconde moitié, la dépense de vapeur à chaque coup devient

$$\frac{132,96}{2} = 66^{\text{déc.c.}}48 \text{ ou } 0^{m.c.}06648.$$

Or, d'après la table relative aux quantités de travail produites par la vapeur, et que nous avons donnée dans le IIe vol. de ce Recueil, on trouve qu'un mètre cube de vapeur à 1 1/2 atmosph. et détendant au double, est capable de produire un travail de

26244 kilogrammètres,

par conséquent on a

$$0^{m.c.}06648 \times 26244 = 1744^{\text{kgm.}}50.$$

Lorsque la condensation est bien faite et que, par suite, on obtient un vide assez parfait dans le cylindre, la contre-pression qui s'oppose à la marche du piston n'est pas de plus de

$$0^{k.}20 \text{ par centim. quarré,}$$

soit $$0,20 \times 1662 = 332^{k.}40.$$

Et le produit de la contre-pression pendant la course de $0^{m}800$ équivaut à $$332,40 \times 0,800 = 265^{k.m.}92.$$

On a donc pour le travail effectif du piston, dans une course entière,

$$1744 - 265,92 = 1478^{k.m.}78.$$

La vitesse du piston étant de 1 mètre par seconde, le nombre de coups simples qu'il donne par minute est de

$$\frac{60}{0,80} = 75.$$

Ainsi le travail théorique total du piston dans une minute est de

$$1478,78 \times 75 = 110908^{k.m.}5;$$

or, un cheval vapeur étant de $60 \times 75 = 4500^{k.m.}$ par $1'$, ce travail est équivalent à

$$\frac{110908,5}{4500} = 24,64 \text{ chevaux.}$$

Par conséquent, il suffit que le rapport de l'effet utile à l'effet théorique soit de 42 p. °/₀, pour que l'on obtienne la force nominale de 10 chevaux, puisque $$24,64 \times 0,42 = 10,35;$$

mais l'appareil étant parfaitement construit dans toutes ses parties, et bien entretenu, donne au moins 50 p. °/₀ d'effet utile, c'est-à-dire qu'à la pression et à la détente admises plus haut, on obtient au moins 12 chevaux effectifs pour chaque machine, soit 24 chevaux en totalité, à la vitesse de 37 à 38 révolutions par minute.

La dépense de vapeur à chaque coup de piston, lorsqu'on détend à moitié course, est, pour les deux cylindres, à la pression de 1 1/2 atmosphère,

$$2 \times 66^{d.c.}48 \times 0^{k.}0584 = 0^{k.}1141,$$

soit, en ajoutant 1/10ᵉ pour les pertes ou fuites, $0^{k.}1255$,

ou par minute environ $4^{lit.}5$ à $5^{lit.}$,

et par heure 270 à $300^{lit.}$,

c'est-à-dire 14 à 15 litres d'eau par cheval et par heure, à la force nominale de 20 chevaux effectifs.

CONDUITS DE VAPEUR.

La section du tuyau d'admission est de

$$\left(\frac{0^{m}095}{2}\right)^2 \times 3,1416 = 0,007088,$$

soit $\frac{71}{1662}$ ou environ la 1/23ᵉ partie de la surface du piston à vapeur.

La surface des lumières d'introduction est de

$$0,040 \times 0,180 = 0^{m.q.}0072 = 72^{\text{cent. quarrés}},$$

ou de même la 1/23ᵉ partie de celle du piston.

La surface de la lumière d'échappement est de

$$0,064 \times 180 = 0,01152,$$

soit $\frac{115}{1662}$ ou près de la 1/14ᵉ partie de celle du piston.

POMPE A AIR.

La surface du piston de la pompe à air est de

$$\left(\frac{0^{m}375}{2}\right)^2 \times 3,1416 = 0^{m.q.}\,1075 \text{ ou } 1075^{\text{cent. quarrés.}}$$

Le volume qu'il engendre à chaque course est égal à

$$0,1075 \times 0,34 = 0^{m.c.}03655$$

ou

$$36^{\text{déc.c.}}55.$$

Le rapport de ce volume à celui du cylindre à vapeur est

$$\frac{36,55}{132,96}$$

ou environ le 1/4 du volume engendré par le piston à vapeur.

Mais comme cette pompe est à simple effet, le piston n'aspire qu'en montant, le volume d'eau et d'air qu'il enlève à chaque révolution n'est réellement au plus que le 1/8ᵉ du volume du cylindre à vapeur; ce rapport est d'ailleurs plus que suffisant pour produire une bonne condensation et, par suite, un bon vide en marchant à la pression de 1 1/2 à 2 atmosphères et en détendant aux 5/10ᵉˢ ou aux 3/10ᵉˢ de la course du piston.

POMPES A EAU.

La section des pistons de chaque pompe alimentaire est égale à

$$\left(\frac{0,069}{2}\right)^2 \times 3,1416 = 0^{m.q.}003739.$$

Le volume engendré par chacun des pistons, par oscillation double du cylindre à vapeur, est de

$$0^{m.q.}003739 \times 0^{m}127 = 0^{m.c.}000475,$$

soit près d'un litre d'eau par révolution pour les deux pompes, ou environ 35 à 36 litres par minute pour 37 à 38 révolutions de l'arbre moteur.

Et en admettant que l'effet utile de ces pompes ne soit que des 5/6es, on peut toujours compter qu'elles sont capables d'envoyer au moins 28 à 30 litres d'eau par minute à la chaudière, c'est-à-dire 5 à 6 fois plus d'eau que les cylindres ne consomment de kilog. de vapeur.

La section du piston de la pompe additionnelle ou *pompe de cale* n'est que de

$$\left(\frac{0,056}{2}\right)^2 \times 3,1416 = 0^{m\,q.}002463,$$

et le volume qu'elle engendre à chaque oscillation double est égal à

$$0^{m.q.}002463 \times 0,083 = 0^{m.c.}0002044,$$

soit 7 à 8 litres par minute.

En traitant prochainement des machines à vapeur à moyenne pression, à condensation et à deux cylindres, nous reviendrons avec détails sur les calculs relatifs à ce système de moteurs.

NOTICE INDUSTRIELLE.

LOUCHETS.

On donne le nom de *louchet* à un instrument en usage pour *fouir* la terre à bras d'hommes. Le louchet, légèrement arqué, forme avec son manche, qu'on tient presque horizontal, un angle un peu plus fermé que l'angle droit. Tantôt le louchet est plein comme une pelle, tantôt c'est une fourche qui ne sert qu'à remuer la terre.

Par extension on a donné le nom de louchet à de véritables machines dragueuses dont la construction particulière s'applique principalement à l'extraction de la tourbe; c'est dans cette dernière acception que nous allons l'examiner.

La machine dont nous voulons parler a été établie par M. Lechsner pour les grands travaux de la papeterie d'Echarcon; elle a pour but de remplacer le travail fait par le louchet ordinaire, sur lequel elle a le double avantage d'enlever un plus grande masse de terre et de creuser à des profondeurs beaucoup plus considérables. Elle consiste en une grande caisse de tôle dont le bord inférieur est tranchant; elle est percée de trous sur toutes ses faces pour offrir des issues à l'eau. En faisant descendre cette caisse dans le terrain à creuser, elle en coupe un prisme égal à sa capacité, mais dont il reste la base à détacher, ce à quoi l'on parvient au moyen d'un couteau mobile qui, à sa partie inférieure, est formé de plusieurs lames de fer d'égale épaisseur placées les unes à la suite des autres et réunies à charnière pour lui permettre de prendre la courbure que lui déterminent les coulisses pratiquées dans la caisse. Par cette disposition, si l'on force le couteau à descendre le

long des coulisses, il parvient bientôt à trancher la base du prisme, qui alors, complétement détaché du terrain, peut s'enlever aisément avec la caisse.

Un autre appareil très-ingénieux a été établi par MM. Gaubert et Tattegrain, d'Amiens, non-seulement pour l'extraction de la tourbe, mais encore pour celle d'autres substances compactes, liquides ou boueuses.

Pour la tourbe, la difficulté consistait à en opérer l'enlèvement par un mouvement vertical de va-et-vient, sans que celle-ci pût glisser dans le mouvement ascensionnel : l'appareil remplit ce but. En effet, le louchet à soupape est un parallélipipède en fer, ouvert par sa base inférieure, dont les arètes sont tranchantes et dont la base supérieure porte une soupape se fermant par son propre poids. La commande a lieu par des manivelles mises en mouvement à bras d'hommes et transmettant en dernier lieu le mouvement vertical au moyen d'une crémaillère et d'un pignon. Lorsque le louchet descend, l'eau s'introduisant dans sa capacité en chasse l'air par la soupape et en est chassée à son tour par la tourbe. Le vide étant fait dans la machine, la tourbe adhère fortement aux parois du louchet; c'est alors que les hommes, agissant en sens contraire, font remonter celui-ci; quand il est parvenu à une certaine hauteur au-dessus de l'eau, on ouvre la soupape, la communication avec l'air extérieur se rétablit et le cube de tourbe s'échappe du louchet.

Avec ce système d'appareil, les auteurs estiment que l'extraction d'un mètre cube ne revient pas à plus de 50 centimes.

Pour la tourbe destinée au chauffage, on adapte au louchet une base mobile divisée en compartiments, qui se fixe au moyen de crochets et que l'on peut enlever à volonté; ou bien on rend ces compartiments fixes, en ayant soin de laisser une chambre dans la partie supérieure du louchet pour établir une communication entre chaque case et l'air extérieur.

Le principe de cette machine peut s'appliquer, comme nous l'avons dit, aux matières boueuses ou liquides, car le vide étant fait dans le louchet, la matière, quelle que soit sa nature, doit s'y maintenir jusqu'à ce que sa base inférieure ait dépassé le niveau de l'eau. Il suffirait alors d'un plateau qui viendrait soit recevoir la matière, soit servir de fond, un peu au-dessous de la surface de l'eau, après quoi on soulèverait le tout.

L'appareil est monté sur un radeau dont le poids doit être calculé de manière à neutraliser la force de répulsion produite par l'effort exercé.

INDUSTRIE DU SUCRE.

PROCÉDÉS DE
MM. DUBRUNFAUT, STOLLÉ, MÈGE ET MELSENS.

La question des sucres, relativement aux procédés d'extraction, est tellement agitée aujourd'hui que nous croyons satisfaire un grand nombre de nos lecteurs en publiant en entier le mémoire de M Melsens; nous le faisons précéder du procédé de M. Dubrunfaut, breveté en 1829, de celui plus récent de M. Stollé breveté en 1838, et enfin d'un mode d'extraction du sucre sans formation de mélasse, présenté à l'Académie des sciences par M. Mège. D'autres procédés qui paraissent d'un grand avenir sont encore à l'étude ou en cours d'expérimentations; nous les publierons avec détails si la pratique les sanctionne.

APPLICATION DU MUTISME PAR L'ACIDE SULFUREUX,
OU LES SULFITES AUX BETTERAVES DESTINÉES A LA PRODUCTION DU SUCRE CRISTALLISÉ.

PAR M. DUBRUNFAUT.

(Brevet de 5 ans, pris en 1829.)

« Cette invention consiste dans l'application du mutisme, par l'acide sulfureux, aux racines (betteraves), à leur pulpe, et à leur jus; en considérant ce mutisme comme un moyen de conservation des racines dans les magasins, fosses, etc., de la pulpe après le râpage, du jus après la pression, et de la pulpe séparée du vesou; en le considérant, en outre, comme une amélioration notable dans la défécation, la concentration, la cuite et tous les travaux du sucre de betterave en général.

« Les racines qui n'ont pas subi le mutisme, soumises au râpage, donnent une pulpe qui noircit promptement à l'air et dont le vesou éprouve la même modification; ce changement est l'indice d'une altération qui varie avec la durée de l'exposition de ces matériaux à l'air, avec la qualité des racines, avec la température, etc. De là les causes d'incertitude et des anomalies très-grandes dans les résultats des opérations qui suivent le râpage et l'extraction du jus.

« Les racines mutées, soumises au râpage, donnent une pulpe qui se conserve parfaitement blanche, et dont le vesou reste également blanc pendant un temps

très-long et dont je n'ai pu encore déterminer la durée. Ce vesou, en outre, ne passe pas à l'état glaireux, comme cela arrive au jus non muté; il subit la défécation par la chaux avec une extrême facilité, les dépôts se forment bien dans le repos, et le sirop sort limpide et moins coloré que dans les méthodes ordinaires. Le même sirop se comporte généralement mieux dans les opérations ultérieures; il se colore moins à la concentration et à la cuite, enfin il a une supériorité incontestable sur les sirops des racines non mutées. Ces avantages paraissent dus à la conservation parfaite du vesou, qui donne de la constance et de la régularité aux procédés de défécation; peut-être même le sulfite qui peut rester dans les sirops concourt-il aussi à ces résultats.

« Le mutisme produit ces résultats avantageux, en l'appliquant surtout aux racines au moment où on les met en réserve; il les produit encore, mais, sans doute, à un moindre degré, en l'appliquant aux racines, à leur sortie de conserve pour entrer à la râpe, c'est-à dire immédiatement après le nettoyage ou le lavage. Il est encore avantageux de muter la pulpe au sortir de la râpe, mais il faut s'arranger pour le faire avant le développement de la couleur noire; sans cette précaution, les suites du mutisme sont moins heureuses. Si l'on attend le jus de la presse pour le muter, les avantages de cette manœuvre sont encore moindres.

« La quantité d'acide sulfureux utile pour muter les racines est très-petite; je l'évalue à la combustion d'un kilogramme de soufre pour dix mille kilogrammes de betteraves.

« Il est facile de concevoir que le mutisme peut être exécuté de bien des manières :

« 1° On peut le faire sur les racines avec l'acide sulfureux gazeux, avec le même acide en solution, dans une eau de lavage, avec un sulfite soluble;

« 2° On peut le faire aussi sur la pulpe avec les mêmes agents;

« 3° Enfin, on peut l'exécuter encore sur le vesou.

« Mais la première de ces trois méthodes est la plus avantageuse et la plus économique, c'est celle à laquelle je me suis arrêté jusqu'à présent.

« Le mode le meilleur d'employer cette première méthode, celui qui en tirerait tout le parti possible, serait, sans contredit, d'appliquer le mutisme aux racines au moment de l'emmagasinage. Je manque d'expériences faites sur une grande échelle et suffisamment répétées pour fixer positivement les avantages de ce mutisme; mais les expériences que j'ai faites, en petit, m'ont convaincu que des racines mutées dans les magasins ou dans les fosses se conserveraient sans altération notable, c'est-à-dire qu'elles ne seraient plus susceptibles de s'altérer par suite de végétation ou d'échauffement, et qu'elles pourraient ainsi se conserver beaucoup plus longtemps que par les méthodes ordinaires, c'est-à-dire passé les mois d'avril et de mai, sans altération sensible, pourvu qu'on s'assurât, par expérience, que le mutisme n'a pas perdu ses propriétés, et que l'on eût soin de le renouveler au besoin. J'ai déjà dit qu'une racine n'était bien mutée que lorsque sa pulpe, exposée à l'air, ne noircissait plus : peut-être pourrait-on, pour la conservation seule des racines, faire un mutisme moins fort, c'est ce que des expériences ultérieures nous démontreront; mais, quand on veut râper les racines, il faut qu'elles présentent ce caractère de ne point noircir à l'air pour tirer du mutisme tout l'avantage possible.

« Le moyen de mettre les racines en état d'être conservées peuvent être très-variés avec la nature des réserves.

FABRICATION ET CLARIFICATION DES SUCRES,

PAR M. STOLLÉ.

(Brevet de 10 ans pris en 1837.)

« L'action de l'acide sulfureux tant à l'état de gaz que dans sa dissolution dans l'eau est décolorante et empêche la fermentation.

« Les sels acides formés par la combinaison des bases à l'acide sulfureux jouissent de la même propriété et peuvent, par conséquent, servir parfaitement au même but que je veux atteindre.

« Ce n'est donc pas pour le principe seulement, mais particulièrement pour son application à la fabrication des sucres de betterave et de canne, ainsi que pour son application au raffinage des sucres en général, que je désire un brevet, n'importe que cette application se fasse sur les sirops, sur la pulpe, sur la betterave sèche, ou seulement sur le jus obtenu par la macération ou par la pression, et qu'on emploie l'acide sulfureux seul ou combiné à différentes bases; par conséquent, c'est pour le mutisme et pour tous les moyens qui peuvent le produire que j'entends me faire breveter.

« J'indiquerai ici quelques méthodes pour lesquelles j'ai obtenu les mêmes résultats sur le jus de la betterave, et qui doivent être considérées comme ma propriété :

« 1° Aciduler le jus par l'acide sulfureux soit à l'état de gaz, soit en dissolution dans une minime quantité de jus; après avoir laissé l'acide sulfureux exercer son action sur le jus pendant quelque temps, saturer par le carbonate de chaux, ou la chaux, à froid.

« 2° Aciduler le jus par le sulfite acide d'alumine, lequel, après avoir exercé son action pendant quelque temps sur le jus, en sera précipité ou par la chaux, ou par le carbonate de chaux, ou bien par l'acide carbonique, à froid.

3° Ajouter soit à la pulpe, soit au jus une quantité déterminée de sulfite de chaux à excès d'acide, laisser en contact pendant une heure, saturer l'excès d'acide par le carbonate de chaux ou la chaux à froid, filtrer et évaporer jusqu'au degré de cristallisation.

« Les quantités des agents chimiques à employer varient selon la saison et la variété de la betterave de 1/100 à 1/500, ou de 1 pour 100 à 2 pour 1,000 de poids de jus.

« En travaillant sur des betteraves séchées, il faudrait mêler à la farine environ 2 pour 100 de sulfite de chaux avant d'en extraire le sucre par la macération à froid.

« Le mutisme, ou autrement l'acide sulfureux, indépendamment des qualités ci-dessus indiquées, jouit encore de la propriété très-précieuse de faire soutenir le feu au sirop et d'en prévenir la caramélisation; par conséquent, un jus ou un sirop qui montrerait de la tendance à la caramélisation manquerait d'acide sulfureux, qui doit toujours y être maintenu à un léger excès.

« Les principes que je viens d'émettre sont également applicables à la fabrication du sucre de canne, et de la même manière; seulement les proportions indiquées ci-dessus pour la betterave se modifieront d'après la différence de qualité qui existe entre le jus de la betterave et le jus de la canne.

« Pour le raffinage des sucres bruts, j'acidulerai de l'eau ordinaire au moyen de

deux ou trois mèches soufrées (de douze au 1/2 kilog.) par hectolitre, brûlées à sec dans un tonneau, et après la combustion, remplir d'eau et boucher hermétiquement. Après deux ou trois heures, cette eau sera saturée de gaz convenablement.

« Je substituerai cette eau à l'eau de chaux ordinaire dont les raffineurs se servent pour y faire fondre le sucre, et au premier bouillon le sirop perdra sa couleur.

« La dose de gaz doit être proportionnée à l'état de coloration du sucre soumis au raffinage ; il faut préférer l'excès de gaz, qui ne manquera jamais l'effet de la décoloration.

« Ensuite je saturerai cet excès d'acide sulfureux, aussi bien que les acides formés par la fermentation des sucres bruts, au moyen du carbonate de chaux ou de la chaux.

« Après, il faut clarifier et évaporer par les procédés ordinaires ; il est utile de faire observer que, pour faire soutenir le feu au sirop jusqu'à la cuite sans qu'il caramélise, il faut, comme il est dit plus haut, y laisser un très-léger excès d'acide sulfureux, ou y en ajouter si le sirop tendait à la caramélisation, ce qui serait la preuve que la chaux aurait été mise avec trop d'abondance ; de cette manière, les bâtardes et vergeoises deviendront plus belles, et les derniers résidus seront exempts du goût de chaux qui les rend impropres à la consommation.

« Je ne fais qu'indiquer ici une autre méthode d'extraction de sucre de betterave que je viens de découvrir et qui me paraît facile à adapter aux exploitations rurales :

« Elle consisterait à délayer dans cent parties de jus à peu près un poids égal de carbonate de chaux, de manière à en former une pâte qui serait desséchée de la même manière que l'on dessèche l'amidon, en donnant à cette pâte le plus de surface possible.

« Ainsi desséché, le carbonate de chaux serait délayé dans une égale partie de jus, desséché encore et ainsi successivement jusqu'à ce qu'il ait servi cinq à six fois et qu'il contienne, par conséquent, environ la moitié de son poids de sucre qui pourra être extrait par la macération, avec à peu près partie égale d'eau bouillante.

« A l'effet de l'extraction, on ferait bien de mettre des morceaux de charbon parmi le carbonate de chaux ainsi imprégné de sucre, parce qu'ils favoriseraient la filtration et empêcheraient la fermentation ; ces morceaux de charbon, ainsi que le carbonate de chaux, pourraient resservir au même but et ne nécessiter qu'un lavage et une légère calcination pour le carbonate de chaux, afin de détruire les substances gélatineuses et colorantes qu'y aurait laissées le jus de betterave.

« Indépendamment du carbonate de chaux, on pourrait employer, pour le même but, la terre d'alumine, la terre de pipe, la marne, etc.

« Peut-être serait-il prudent de laisser déposer pendant une heure ou deux la liqueur sucrée obtenue par le lessivage du carbonate de chaux cinq ou six fois séché, de laisser déposer, dis-je, cette liqueur dans un tonneau hermétiquement fermé, dans lequel on aurait fait brûler une à deux mèches soufrées par hectolitre de capacité, ce qui produirait le mutisme et ferait mieux soutenir le feu pendant l'évaporation.

« Le sucre ainsi obtenu doit être parfaitement exempt du goût de betterave et propre à la consommation la plus délicate.

ADDITION. — « Ainsi que je l'ai dit dans mon brevet, c'est surtout pour l'application de l'acide sulfureux et des sulfites comme agents décolorants à la fabrication des sucres que j'entends réclamer la priorité.

« J'y comprends, en outre, l'acide hyposulfureux et les hyposulfites, ainsi que l'acide sulfofinine et ses combinaisons qui jouissent des mêmes propriétés que l'acide sulfureux.

« Mes nouvelles expériences m'ont amené au procédé suivant, basé sur le même principe, mais qui se distingue des autres par sa simplicité et surtout par la facilité de son application manufacturière.

« Je prends le jus de betterave, n'importe qu'il provienne de la pression, ou de la macération, ou du déplacement ; je prends le jus, dis-je, je le défèque avec un cinquième et même un quart de chaux de moins que par les procédés ordinaires ; je décante ou soutire à clair le jus déféqué, auquel j'ajoute immédiatement 1, 2 et même 3 pour 100, suivant la saison, de la liqueur Stollé, soit acide sulfureux ou sulfites acides solubles.

« J'évapore jusqu'à 20 ou 22 degrés Baumé, je filtre à travers des poches en laine où le jus passe avec une grande rapidité, et puis je concentre jusqu'au degré de la cuite qu'on désire.

« Comme le sucre obtenu par mon procédé se cristallise facilement, je ne serre que très légèrement les cuites, sûr que je suis de retrouver dans les seconds jets ce qui aurait pu échapper à la cristallisation dans le premier.

« Supprimant ainsi le noir animal et les filtres de sable, je ne fatigue point les jus, je simplifie les opérations, et, qui plus est, j'obtiens une plus grande quantité de sucre du même poids de jus, ce qui peut s'expliquer très-facilement de la manière suivante :

« 1° L'acide sulfureux ayant une plus grande affinité pour les bases que le sucre, qui, en certaines occasions, semble remplir le rôle d'un acide, décompose les combinaisons formées par le sucre et les bases, et le remet en état de sucre cristallisable.

« Il en résulte un autre avantage encore, c'est que, après que le sulfite de chaux qui s'est formé ou plutôt précipité pendant l'évaporation, et nage dans le jus en flocons, a été séparé du jus par la filtration à travers une simple poche de laine, il reste encore dans le jus les sulfites obtenus par la combinaison de l'acide sulfureux avec les sels de potasse contenus dans la betterave, ce qui contribue à préserver le sirop de la caramélisation et même à le blanchir au fur et à mesure qu'il s'approche davantage du point de la cuite, ce qui est parfaitement d'accord et en rapport avec ce que j'ai déjà énoncé dans mon brevet, c'est-à-dire que les sulfites jouissent de la propriété décolorante aussi bien que l'acide sulfureux lui-même.

« 2° Le jus qu'on mettait autrefois deux fois, dans certaines fabriques, même jusqu'à trois fois, en contact avec le noir animal laissait naturellement toujours une certaine quantité de sucre dans le noir, soit à l'état de sucre cristallisable ou de saccharate de chaux, etc. La preuve, c'est que le noir sortant des filtres, quelque épuisé qu'il soit par les lavages qu'on lui fait subir pour perdre le moins de sucre possible, est fermentescible et très-fortement fermentescible, tandis que, à l'état naturel, il ne l'est point.

« D'un autre côté, il se présentait dans l'ancienne méthode un autre inconvé-

nient non moins grave, c'est à-dire qu'il fallait ou laisser une quantité considérable de sucre dans le noir, ou bien le soumettre à plusieurs lavages, ce qui faisait remettre dans le sirop une quantité d'eau, pour l'évaporation de laquelle on avait d'abord fait une dépense de combustible.

« Mon procédé présente, par conséquent, également une économie de temps et de combustible, sans prendre en considération que, les opérations se faisant avec plus de promptitude qu'anciennement, il doit nécessairement en résulter une autre économie de temps et de combustible.

« Le dépôt qui reste sur les filtres en laine est remis dans les écumes provenant des défécations et pressé avec elles.

« Pour le raffinage, je modifierai mon procédé en ce que j'emploierai d'abord l'eau de chaux, que je saturerai, après la dissolution du sucre, par une quantité donnée de la liqueur de Stollé.

PROCÉDÉ DE M. MÈGE.

(Breveté pour 15 ans, le 21 juillet 1848)

« Dans ce procédé, dit M. Mège, je me suis proposé d'éviter la coloration et la fermentation, de détruire les effets caléfacteurs pendant l'évaporation, d'épargner les pertes et la main-d'œuvre par une seule cristallisation, de raffiner enfin rapidement par une seule liquéfaction. Aidé des conseils d'un des hommes les plus éclairés parmi ceux qui s'occupent de la fabrication du sucre indigène, je crois être parvenu à atteindre ce but.

« Quant à un autre procédé sur lequel l'attention publique a été récemment appelée, je dois dire que je l'ai mis moi-même en usage il y a quelques années et d'une manière peut-être plus avantageuse. Je chargeais en effet des betteraves d'acides sulfureux dans les magasins mêmes, la pulpe très-blanche donnait un jus incolore et acidulé qui, neutralisé par le carbonate de chaux, produisait le bisulfite à l'état naissant, c'est-à-dire dans les conditions les plus favorables; une addition de sulfure calcique précipitait les traces de principes azotés qui pouvaient rester encore. Des expériences subséquentes m'ont fait abandonner ce procédé en me prouvant que des agents plus simples, plus économiques, pouvaient remplir absolument le même but. Ces agents sont quelques acides employés dans des conditions particulières que je fais connaître dans un mémoire sur lequel j'appelle le jugement de l'Académie des sciences. »

PROCÉDÉ POUR L'EXTRACTION DU SUCRE DE LA CANNE ET DE LA BETTERAVE,

PAR M. MELSENS.

(Breveté pour 15 ans, le 26 juillet 1849.)

Les circonstances extraordinaires où je me trouve placé me font un devoir d'extraire d'un travail plus étendu les observations les plus propres à donner une idée exacte des recherches auxquelles je me suis livré. Quel que soit le sort réservé à la marche que j'ai tenté de faire prévaloir pour le traitement des matières sucrées, j'ai la confiance qu'on trouvera exactes toutes les observations qui me sont propres, et que leur connaissance donnera lieu à des réflexions utiles de la part des fabricants

de sucre, et sans doute à des applications pratiques nouvelles dans les diverses opérations qu'ils ont à effectuer.

Il est bien constaté que dans la canne à sucre saine, que dans la betterave saine, il n'existe pas d'autre sucre que le sucre cristallisable. On sait qu'il est facile de l'en retirer, au moyen de l'alcool faible, qui le dissout et qui l'abandonne ensuite par l'évaporation, sous la forme de cristaux incolores et purs.

Dans les amandes amères, il existe de même une substance cristallisable, l'amygdaline, que l'alcool peut en extraire, et qui se retrouve sans altération et cristallisée par l'évaporation de ce véhicule.

Mais il n'en est plus de même lorsqu'on fait intervenir l'eau à la place de l'alcool. L'amygdaline des amandes disparaît, se métamorphose, et il survient, par de nouveaux arrangements de ses éléments, des substances nouvelles nombreuses et tout à fait différentes. Pour que l'eau agisse de la sorte, il faut qu'elle ait le contact de l'air; il faut aussi qu'elle ait rencontré et qu'elle ait dissous certains ferments qui se rencontrent dans le tissu des amandes amères, à côté de l'amygdaline.

Dans la canne à sucre, dans la betterave, il existe aussi de tels ferments, capables de déterminer la transformation du sucre en d'autres produits. Pour que leur action s'exerce, il faut aussi qu'ils soient mis en contact avec le sucre par le concours de l'eau et qu'ils aient éprouvé eux-mêmes l'influence de l'air.

Tout le monde sait avec quelle rapidité le vesou de la canne à sucre s'altère dans les régions chaudes, où s'en fait l'exploitation; et quoique cette altération soit moins rapide dans le jus de la betterave, elle est assez réelle pour qu'on ait cherché, par tous les moyens, à rendre leur traitement de plus en plus prompt, afin d'échapper à cette cause de trouble et de perte.

Pour le chimiste qui fait une analyse, le problème de l'extraction du sucre se résout donc par l'emploi de l'alcool. Il sépare ainsi le sucre des ferments; il dénature ces derniers sans altérer le premier de ces corps, et il met le sucre à l'abri de toute influence destructive.

Mais s'agit-il d'une opération industrielle, il faut recourir à un véhicule à bas prix et d'un maniement facile. Or l'alcool est d'un prix élevé, et son emploi exige des précautions infinies, si l'on veut échapper aux chances d'incendie effrayantes qu'il entraîne.

L'alcool écarté, est-il au-dessous des ressources de la chimie de trouver un liquide doué des propriétés essentielles qui le caractérisent dans le cas actuel; qui, comme lui, empêche toute fermentation de se manifester malgré le contact de l'air? Je ne le pense pas. Je suis fort loin de croire même que le procédé auquel je me suis arrêté après bien des tâtonnements, soit le meilleur, soit surtout le seul qu'on puisse mettre à profit.

Dans la cellule du tissu d'une betterave ou d'une canne, il y a du sucre dissous dans l'eau, et ce sucre s'y conserve longtemps, comme on sait.

Si on pouvait faire usage de l'eau comme dissolvant, sans détruire les conditions réalisées là, par la nature, on retirerait donc le sucre inaltéré. Les difficultés que l'on rencontre ne tiennent donc ni au sucre ni à l'eau, mais bien à l'air et aux ferments que son contact développe.

Ceci posé, pourrait-on écraser la canne ou râper la betterave dans le vide; extraire les jus et les porter à l'ébullition, soit pour les deféquer, soit pour les évaporer toujours dans le vide? Si cela était possible dans la pratique en grand, le problème serait peut-être résolu. Mais, lorsqu'on sait quelle trace insaisissable d'air suffit à

la naissance des ferments, on s'aperçoit bientôt que la mise en pratique d'un pareil système est inexécutable.

Je ne l'ai pas tentée.

Mais il semble plus facile d'arriver au résultat, en opérant dans un gaz inerte, tel que l'acide carbonique; de râper les betteraves dans l'acide carbonique, de les laver avec de l'eau chargée d'acide carbonique, de les arroser sur la râpe avec de l'eau chargée de carbonate acide de chaux ou de carbonate acide de magnésie. Mes essais n'ont pas eu le succès qu'on s'en serait promis. Les moindres traces d'air suffisent, et ces divers agents ne faisant que les déplacer, sans les annuler, leur efficacité est toujours restée très-incertaine.

Je citerai, seulement pour mémoire, une classe de corps à laquelle on a eu souvent recours dans le dessein de porter obstacle aux fermentations. Ce sont les oxydes métalliques capables de se combiner aux ferments ou aux matières desquelles ils dérivent en produisant des composés insolubles. L'oxyde de mercure, l'oxyde de plomb sont dans ce cas. Pour une analyse de laboratoire, le sous-acétate de plomb est d'un emploi facile et certain, car il précipite tous les ferments et toutes les matières propres à les engendrer, et il laisse le sucre dissous. Mais les conséquences malheureuses de son emploi dans les fabriques de sucre étaient faciles à prévoir, et je sais qu'elles se sont trop bien réalisées toutes les fois qu'on en a tenté l'application, pour qu'il me soit permis de croire que le sous-acétate de plomb puisse jamais devenir la base d'un procédé d'extraction pour le sucre.

Il n'en est pas de même du tannin et de l'acide phosphorique monohydraté. Ces deux agents coagulent les ferments, précipitent les matières propres à les fournir et purifient à froid le vesou ou le jus de la betterave d'une façon qui en rend l'application possible.

Toutefois, j'ai cru que je me rapprocherais davantage du procédé applicable au travail en grand si je cherchais :

1° A m'opposer à la naissance des ferments pendant l'extraction du jus, en écartant l'intervention de l'air, tant que les jus sont froids;

2° A profiter de la coagulation que la chaleur fait éprouver aux matières qui produisent ces ferments, pour les éliminer comme on le pratique dans les défécations.

Dès lors je me suis appliqué à découvrir un corps avide d'oxygène, sans action sur le sucre, sans danger pour l'homme, à bas prix, facile à produire partout ou à transporter. Trois de ces corps ont particulièrement fixé mon attention : le bioxyde d'azote, l'acide sulfureux et l'aldehyde. Généralement, cette classe remarquable de composés avides d'oxygène, qui, renfermant déjà deux équivalents de ce corps, en absorbent un troisième avec facilité et énergie pour produire des acides, m'a paru éminemment propre à remplir l'une des conditions de la question; leur présence, empêchant l'oxygène de l'air d'intervenir, s'oppose à la production des ferments.

Des mains plus habiles que les miennes sauront un jour donner une forme pratique au bioxyde d'azote; car je ne puis pas croire qu'une substance qui détruit instantanément l'oxygène à mesure qu'il se présente, et qui forme avec lui un acide propre à précipiter les ferments et les matières qui leur donnent naissance, ne soit pas destinée à jouer un certain rôle dans l'extraction des sucres. Dissous dans le sulfate de fer, il pourrait garantir les jus de toute altération, jusqu'à la fin de la défécationpar la chaux; celle-ci accomplie, les jus ne retiendraient presque rien des réactifs employés.

L'aldehyde et les substances organiques qui s'en rapprochent sont trop coûteuses. Je ne m'y suis donc pas arrêté.

Pendant que je m'essayais au maniement des procédés dont je viens d'esquisser l'indication très-sommaire, je me sentais toujours ramené vers l'emploi de l'acide sulfureux : son efficacité, comme obstacle à toute fermentation, est si bien constatée, son prix est si bas, sa production si facile, les agents propres à le fournir si répandus !

A la vérité, l'acide sulfureux, qui a si bien réussi dans les mains de Proust, lorsqu'il s'agissait de prévenir la fermentation du sucre de raisin, a toujours présenté, dans son application au travail des sucreries de betteraves, d'insurmontables obstacles. Je n'ignorais pas que les hommes les plus habiles en avaient tenté l'emploi et qu'ils avaient échoué, rien de pratique n'étant resté de leurs travaux.

Si l'acide sulfureux peut être mis à profit, lorsqu'il est question du moût de raisin ; s'il en prévient si bien la fermentation, s'il en respecte complétement le sucre, c'est qu'il jouit à la fois de la propriété de s'opposer à la production des ferments et de la propriété de laisser intact le sucre de raisin, soit par lui-même, soit lorsqu'il a été converti en acide sulfurique par l'action de l'air.

Tout le monde sait que le sucre de canne, au contraire, est métamorphosé en sucre de raisin par les acides et surtout par l'acide sulfurique. Ainsi, autant le *mutisme*, au moyen de l'acide sulfureux, s'applique avec sûreté au moût de raisin, autant il est inacceptable pour le vesou ou le jus de betterave. Car, à mesure que l'air, absorbé par l'acide sulfureux, le change en acide sulfurique, ce dernier, se portant sur le sucre de canne, le convertit en sucre de raisin.

En réfléchissant à cette difficulté, je me suis demandé si l'acide sulfureux, employé en présence d'une base puissante, comme la potasse, la soude ou la chaux, ne serait pas mis à l'abri de cet inconvénient. En effet, la base s'emparant de l'acide sulfurique à mesure que celui-ci serait produit, le sucre de canne, soustrait à son action, pourrait rester intact. De là, je fus conduit à des expériences nombreuses, faciles à reproduire, inutiles à rapporter en détail, et que je résume en quelques mots.

L'acide sulfureux dissous, ajouté à une dissolution de sucre de canne, à du vesou, à du jus de betterave, s'oppose aux fermentations, mais détruit lentement le sucre, si on laisse le tout à froid au contact de l'air, le détruit rapidement si on chauffe la liqueur avec ce même contact.

Les sulfites neutres de potasse, de soude, de chaux, ne s'opposent pas aux fermentations dans les mêmes conditions, si les liqueurs sont neutres, mais respectent le sucre de canne tant à chaud qu'à froid.

Je ne pouvais donc utiliser ni l'un ni l'autre de ces produits.

Les sulfites acides, et plus spécialement le bisulfite de chaux, m'ont offert, au contraire, des propriétés très-dignes d'intérêt.

L'acide sulfureux en excès qui en fait partie prévient toute fermentation ; la base qu'ils renferment neutralise l'acide sulfurique, à mesure que celui-ci prend naissance Restait à savoir si par eux-mêmes, si par leur acide sulfureux en excès, ils avaient ou non le pouvoir de convertir en sucre de raisin, le sucre de canne proprement dit.

J'ai fait chauffer, pendant quelques heures, de petites quantités de sucre candi dissous dans l'eau, avec de grandes quantités de bisulfite de chaux. Le sucre s'est altéré, il est devenu incristallisable et déliquescent. Le sirop qu'il fournissait présentait quelquefois un caractère que les fabricants connaissent bien : soumis à l'action de la chaleur pour l'évaporer, il restait immobile.

Il y avait donc des doses à étudier, des ménagements à garder; mais, comme il faut beaucoup de bisulfite pour détruire le sucre et qu'il suffit d'une faible dose pour détruire les ferments, je ne devais pas abandonner cet agent sans examen.

Du sucre candi dissous à froid dans de l'eau chargée de bisulfite de chaux, même en grand excès, cristallise tout entier et sans altération par l'évaporation spontanée, à basse température. Le travail à froid serait donc en tout cas praticable, et l'on verra plus bas que cette remarque a bien sa portée.

Du sucre candi parfaitement blanc étant dissous dans dix fois son poids d'eau, on ajouta la moitié de son poids de bisulfite de chaux, marquant 10 degrés à l'aréomètre de Baumé, et on fit bouillir pendant une heure environ. Le liquide trouble fut filtré pour le débarrasser du sulfite neutre qui s'était déposé, puis jeté sur une assiette, où il cristallisa tout entier sans trace de mélasse appréciable, mais précipitant cependant légèrement le tartrate de cuivre dissous dans la potasse.

Du sucre candi de couleur paille, traité de la même façon, se comporta de la même manière; seulement il fournit des cristaux moins colorés qu'il ne l'était lui-même.

Cette expérience, répétée sur des sucres de toute nature, donna les mêmes résultats, soit que les liqueurs livrées à l'évaporation fussent laissées à l'état acide, soit qu'on les eût neutralisées avec soin après l'ébullition.

J'ai varié ces expériences qui avaient toujours pour point de départ l'ébullition du sucre dissous dans l'eau avec du bisulfite en excès, en la terminant par une simple évaporation de la liqueur trouble, ou bien par une évaporation précédée d'une filtration; dans tous les cas, le sucre a cristallisé tout entier et facilement, sans apparence de mélasse.

J'ai examiné, au moyen de l'appareil de polarisation, et en suivant la marche adoptée par M. Clerget, les sucres provenant de ces divers traitements, et j'ai reconnu : 1° que les masses cristallisées donnaient une notation directe à très-peu près identique avec celles qu'elles fournissaient après l'inversion; les différences, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, se confondant avec les erreurs de l'observation, n'indiquaient en tout cas que des transformations du sucre nulles ou pratiquement insignifiantes; 2° que les parties encore liquides où le sucre transformé aurait dû se concentrer, retirées de plusieurs échantillons, lorsque la cristallisation était déjà presque complète, possédaient les propriétés optiques du sucre de canne proprement dit, déviant à droite le plan de polarisation et donnant une notation directe à peu près identique avec la notation observée après l'inversion. En conséquence, soit dans la partie cristallisée, soit dans les produits concentrés dans les derniers sirops, le sucre qui a subi l'action du bisulfite de chaux, lorsqu'on n'exagère ni sa dose, ni la durée de l'application de la chaleur, se comporte absolument comme s'il avait été dissous dans l'eau pure et qu'il eût été soumis aux mêmes épreuves d'ailleurs.

Je pouvais donc espérer que le bisulfite de chaux, employé comme corps avide d'oxygène et comme antiseptique, demeurerait sans action nuisible sur le sucre, s'il était versé à froid sur la râpe à betterave ou sur le moulin à cannes, de manière à se mêler immédiatement au jus, au moment de la rupture de chaque cellule qui le renferme. Je pouvais espérer que le sucre subirait, en sa présence, sans effet nuisible, l'action de la chaleur nécessaire pour la défécation. Dans cette opération, en la supposant conduite comme par le passé, la chaux employée ferait disparaître le bisulfite en le neutralisant, laisserait le jus purifié des ferments et des matières capables d'en fournir, et préparé à l'évaporation sans perte de sucre.

Mais je ne tardai pas à m'apercevoir que le bisulfite de chaux était doué de qualités particulières qui le présentaient à mon attention sous un nouvel aspect.

Le blanc d'œuf, le sang, le jaune d'œuf en émulsion, le lait, délayés dans l'eau et mélangés avec du bisulfite de chaux, se coagulent entièrement par une température de 100 degrés. Les liquides filtrés et soumis à l'évaporation donnent des résidus où l'on ne retrouve que très-peu de matières azotées mélangées avec le sucre de lait ou les sels propres à ces matières.

A la propriété antiseptique, à la faculté d'absorber le gaz oxygène de l'air, le bisulfite de chaux joignait donc les caractères d'un énergique défécant. J'ai dû dès lors, l'étudier à ce point de vue.

J'ai mêlé 50 grammes de sucre candi, 250 centimètres cubes de lait, 250 centimètres cubes d'eau et 50 centimètres cubes d'une dissolution de bisulfite de chaux à 10 degrés. J'ai fait bouillir ; j'ai filtré pour séparer le coagulum. La liqueur concentrée a donné, par la cristallisation, une masse parfaitement cristallisée, qui, examinée sans dessiccation et sans purification, à l'état brut, donnait 92 pour cent de sucre par la notation directe et 93,5 après l'inversion par l'acide hydrochlorique.

La défécation avait été facile et complète. Le sucre s'était conservé pratiquement intact. L'eau adhérente aux cristaux, les sels du lait, en s'ajoutant au sucre dans le résidu, expliquent comment sur 100 de résidu on ne retrouvait que 92 de sucre environ.

J'ai employé, dans une autre expérience, 50 grammes de sucre candi, la moitié d'un œuf, jaune et blanc, mélangés; 25 centimètres cubes de lait, 75 centimètres cubes de dissolution de bisulfite de chaux, 450 centimètres cubes d'eau. Ce mélange, bouilli et filtré, donna un liquide qui cristallisa sans production appréciable de mélasse. L'appareil de polarisation y indiquait 88,5 p. 100 de sucre par la notation directe, et 88 après l'inversion. Il n'y avait donc encore là que du sucre de canne, sauf les 13 p. 100 représentant l'eau hygrométrique, l'excès de sulfite, les sels du lait, etc.

Le bisulfite de chaux à 100 degrés agit donc comme défécant; il sépare l'albumine, le caséum, et, comme on le verra plus tard, les matières azotées de nature analogue qui existent naturellement dans la canne et dans la betterave. Cette séparation s'effectue sans perte et sans transformation de sucre, autre que celle qui peut s'estimer à un ou deux centièmes de la masse, et qu'on ne saurait apprécier dans des expériences de cette nature.

Restait à se rendre compte du rôle que le bisulfite joue comme propre à s'opposer à la coloration des liqueurs sucrées.

La couleur des liquides sucrés fournis par la betterave ou la canne provient de quatre causes principales :

1° Ces matières contiennent des substances colorées qui se dissolvent dans le jus ;

2° Le contact de l'air et des pulpes engendre rapidement des substances colorées nouvelles qui s'ajoutent aux précédentes ;

3° La chaleur employée à l'évaporation, en dénaturant une partie du sucre ou des produits qui l'accompagnent, forme aussi des matières colorantes ;

4° Le concours de l'air et de la chaux, ainsi que de l'ammoniaque, aidé de l'action de la chaleur, en fait naître encore pendant l'évaporation des jus alcalinés par la chaux.

Le bisulfite de chaux décolore presque instantanément, et assez complétement,

les matières colorées qui existent toutes formées dans la canne et dans la betterave; il prévient la formation des matières colorées que l'air produit par son contact avec les pulpes; il empêche également la production de celles qui naissent pendant l'évaporation, et surtout de celles qui exigent pour se former le concours de l'air et d'un alcali libre.

Le pouvoir décolorant du bisulfite de chaux, en ce qui concerne les couleurs propres à la canne ou à la betterave, n'est pas absolu. Il paraît tenir à une combinaison incolore qui s'opère d'abord entre la couleur propre à ces végétaux et l'acide sulfureux. Cet effet est bien connu des chimistes.

Aussi, quand il y a de la matière verte en quantité appréciable dans les tiges ou racines traitées, voit-on les jus incolores, d'abord, par l'action du bisulfite, se teindre légèrement par la concentration, pour se décolorer plus tard, quand on arrive à la cuite.

L'effet produit par le bisulfite de chaux, comme agent capable de s'opposer à la coloration des pulpes, est, au contraire, tellement complet et tellement durable qu'on ne saurait trop méditer sa puissance. J'ai gardé pendant six mois dans des vases mal fermés des pulpes de betteraves qui sont demeurées constamment incolores, par l'effet du bisulfite de chaux, tandis qu'on sait qu'elles sont fortement brunies en quelques minutes par l'effet de l'air, dans les conditions ordinaires.

Je ne crains pas d'affirmer qu'il y a beaucoup de cas où le bisulfite pourrait être employé de la manière la plus efficace pour prévenir la formation des matières colorées qu'on a tant de peine plus tard à détruire ou à extraire; telles sont celles qui souillent, par exemple, les filaments du chanvre et du lin après le rouissage, l'indigo après sa précipitation, le jus des écorces employées au tannage, les extraits de certains bois de teinture, etc. Mais tous ces points seront examinés plus tard.

Pour le moment, je me borne à constater que les matières colorées qui se produisent spontanément à froid dans les pulpes exposées à l'air, n'apparaissent jamais en présence du bisulfite de chaux.

J'ajoute que, par l'évaporation à froid, 1° d'un liquide sucré fait en dissolvant dans l'eau du sucre de canne; 2° du vesou de la canne à sucre; 3° du jus de la betterave, en présence du bisulfite de chaux, il n'y a jamais coloration.

J'ajoute encore que, par l'évaporation à chaud, dans les mêmes circonstances et pour les mêmes produits, la coloration est à peine sensible; bien plus, pour la betterave rouge il y a décoloration complète, et le sucre obtenu est blanc.

Je n'ai reconnu de coloration un peu notable que dans des cas tout à fait exceptionnels, et encore est-il qu'en pareille occasion, il se produit seulement des traces de matière colorante dont la présence serait de peu de conséquence dans le travail d'une sucrerie.

Ainsi le bisulfite de chaux peut être utilisé dans les opérations qui ont pour objet l'extraction du sucre de la canne ou de la betterave :

1° Comme un corps antiseptique par excellence, prévenant la production et l'action de tout ferment;

2° Comme un corps avide d'oxygène, capable d'empêcher les altérations que sa présence fait naître dans les jus;

3° Comme un corps défécant, qui, à 100 degrés, clarifie les jus et les débarrasse de toutes les matières albumineuses ou coagulables (1) ;

(1) Toutefois il reste dans les sucs ainsi déféqués une matière particulière qui se colore sous l'influence des alcalis et de l'air, d'abord en violet et ensuite en brun ; il serait possible qu'elle fût de nature azotée.

4° Comme un corps décolorant pour les couleurs préexistantes;

5° Comme un corps anticolorant, capable, au plus haut degré, de s'opposer à la formation des matières colorées;

6° Comme un corps capable de neutraliser tous les acides nuisibles qui pourraient exister ou naître dans les jus, en leur substituant un acide presque inerte, l'acide sulfureux.

Restait à savoir à quelles doses, sous quelles formes, le bisulfite de chaux devait être appliqué à la canne ou à la betterave; quelles conditions nouvelles en résultaient pour le travail en grand; quels inconvénients pouvaient compenser les avantages qu'ils semblaient promettre : c'est ce que je vais examiner ici, en me fondant sur mes expériences, sans exagération, mais aussi sans timidité, essayant de faire la part du présent et celle de l'avenir.

Pourquoi ne pas l'avouer? l'une des pensées qui m'ont plus particulièrement soutenu et excité dans le cours de mes recherches, c'est l'espoir que, dans les régions équatoriales du moins, l'extraction du sucre pourrait être obtenue par le seul emploi de la chaleur du soleil. Qui empêcherait, en effet, qu'une fois rendu inaltérable, le jus sucré de la canne fût abandonné à la cristallisation lente, à l'air libre, comme le sel dans les marais salants?

Rien, j'ose le dire, et j'en appelle au témoignage de tous ceux qui ont suivi mes expériences; ils ont tous été de mon avis.

Cette opinion, ce désir, expliqueront pourquoi les expériences que je vais rapporter ont reçu la direction que je leur ai donnée.

On sait qu'il existe en Murcie des sucreries fondées sur le travail de la canne à sucre. Elles ont résisté à toutes les vicissitudes que le commerce du sucre a subies depuis soixante ans; elles sont en pleine activité. C'est de là qu'une main amie, qui n'a cessé de protéger ma carrière scientifique, m'a procuré quelques centaines de livres de cannes à sucre fraîches pour mes expériences.

Elles sont arrivées à Paris, en bon état, au laboratoire de la Sorbonne, où je les ai traitées. Soumises à l'examen des personnes qui, ayant habité les colonies, pouvaient en porter un jugement certain, elles ont paru imparfaitement mûries. Beaucoup d'entre elles étaient piquées. Leur travail ne promettait pas de résultat bien satisfaisant. Toutefois le premier essai que j'en fis remplit de surprise les personnes habituées à suivre le travail de la canne à sucre et exercées à en juger les produits.

Le vesou avait été extrait par râpage grossier, avec addition de bisulfite à la râpe. Il avait été déféqué par ébullition, puis filtré simplement à la chausse. Le sirop concentré, filtré une seconde fois, fut abandonné à la cristallisation lente. Celle-ci s'accomplit jusqu'à siccité presque parfaite. Une analyse faite par l'alcool n'aurait rien donné de mieux, quant à la nature du sucre et sa quantité. Celui que j'avais obtenu était plus incolore.

Dans ces circonstances, la totalité du sucre que le vesou contient prend la forme solide et cristallise. Les cristaux sont gros et fermes. Ils ne sont pas plus colorés que le sucre candi ordinaire, dont ils ont l'apparence. Ils ne renferment que des traces vraiment inappréciables de sucre interverti.

En tenant compte de la pureté presque absolue du vesou qui consiste véritablement en eau sucrée, une fois que la défécation est accomplie; en tenant compte de l'aptitude spéciale du sucre de la canne à se convertir en gros cristaux, aptitude que le sucre de la betterave ne m'a pas offerte au même degré, je suis certain que le

premier colon qui placera quelques hectolitres de sirop dans les conditions favorables à cette cristallisation lente, en retirera des cristaux dont le volume, l'aspect, la blancheur et la quantité suffiront pour lever tous les doutes et pour décider la question.

J'ai varié les proportions de bisulfite de chaux, les conditions de l'évaporation; j'ai opéré séparément sur les cannes les plus mûres, sur les cannes les plus vertes, sur les cannes piquées; et de tous mes essais, il ne m'est resté que du sucre en cristaux. Je ne saurais retrouver dans mes produits une cuillerée de mélasse vraiment incristallisable.

L'analyse du vesou et son travail par le bisulfite ont été d'accord pour la teneur et le rendement en sucre. Il faudrait, pour ne pas retirer du vesou tout le sucre qu'il contient, le faire exprès, je ne crains pas de le dire, tant l'opération est simple, tant ses résultats sont corrects.

Mais tout le monde sait que le vesou extrait de la canne écrasée n'est qu'une quantité assez faible, la moitié quelquefois, au plus les deux tiers de celui qu'on pourrait en retirer.

Il peut donc rester dans les bagasses un tiers au moins du sucre qui se trouvait dans la canne à sucre.

Retirer ce sucre par lavage dans les pays chauds, il n'y faut pas songer : l'air, les ferments, le sucre, la chaleur, tout conspire pour établir une fermentation rapide et pour détruire tout le fruit d'une pareille tentative.

Avec de l'eau contenant un peu de bisulfite, non-seulement ce lavage est facile, mais rien ne presse, on peut le faire à l'aise, en quelques heures, en quelques jours, si l'on veut. Un lavage systématique des bagasses en extraira donc tout le sucre jusqu'à la dernière parcelle.

Ainsi obtenus, les lavages sucrés, presque aussi riches que le vesou lui-même, traités de la même manière par la défécation à 100 degrés, la simple filtration, la concentration à air libre jusqu'à consistance de sirop, puis la cristallisation lente, donneront des produits en tout semblables aux produits fournis par le vesou.

J'ai suivi sur les bagasses de mes cannes cette méthode de travail avec une vive curiosité, et j'en ai retrouvé, en gros cristaux bien déterminés, tout le sucre inaltéré et bien supérieur pour la teinte aux plus beaux sucres que les colonies nous envoient.

Bien plus, et cela par des raisons que les chimistes ont déjà prévues, les écumes des défécations, les filtres employés aux filtrations, m'ont rendu intact et cristallisé le sucre qu'ils avaient retenu, malgré plusieurs jours d'abandon à l'air, au contact des matières les plus capables d'exciter la fermentation.

Il a suffi de laver les écumes, les poches, les filtres avec de l'eau chargée d'un peu de bisulfite de chaux et d'évaporer celle-ci; bien entendu que rien n'empêcherait encore ici de procéder par un lavage systématique.

Ainsi le bisulfite de chaux avait rendu le sucre presque aussi inaltérable qu'un sel minéral; celui du vesou, celui des bagasses, celui des écumes, des poches et des filtres, tout s'est retrouvé au même état, en gros grains d'un candi incolore ou légèrement jaunâtre.

Tout s'effectue sans aucun soin, aucune étude; rien ne presse l'ouvrier qui accomplit le travail : tant que le bisulfite existe dans le liquide en quantité appréciable, il prévient toute altération.

Je ne connais pas les colonies; il ne m'appartient donc pas de décider si l'emploi

m procédé pareil peut avoir ou non pour résultat d'y amener la division de la »priété, en donnant au nègre qui les habite la possibilité de se livrer à l'extrac-n domestique du sucre. Mais je ne crains pas de dire que mes essais prouvent e cette transformation de la culture et de la propriété coloniales est possible.

Qu'on ne m'objecte pas, en effet, la nécessité des puissants moulins qui écrasent canne. Un coupe-racine, une râpe suffisent; car rien n'empêche d'opérer par age. L'emploi du bisulfite s'opposant à toute fermentation, le lavage direct de la ine découpée en rondelles ou grossièrement déchirée devient suffisant pour puiser.

Quoi qu'il en soit, voici comment, après quelques essais préalables, j'ai fait le itement des cannes dont je pouvais disposer :

1° Je brisais les cannes, au moyen d'une râpe à betterave, en arrosant avec une solution de bisulfite de chaux la pulpe qui en résultait. Par la presse, je retirais vesou qui, porté à l'ébullition, filtré, était évaporé à feu nu jusqu'à la densité de environ, pour le sirop froid. Filtré de nouveau et abandonné à la cristallisation ite, ce sirop, en quelques jours, me donnait une masse de candi dont il eût été possible d'extraire de la mélasse.

2° La bagasse ou la pulpe, comme on voudra la nommer, étant humectée avec l'eau et soumise à une nouvelle pression, me fournissait un second vesou non ins riche, qui, traité comme le premier, donnait les mêmes résultats.

3° Au besoin, l'opération qui précède était répétée.

En tout, j'avais employé un pour cent du poids de la canne d'une dissolution de ulfite de chaux, marquant 10 degrés à l'aréomètre de Baumé. J'avais extrait le re en totalité. Je l'avais retrouvé sous forme solide, en totalité. Mes opérations, demment manufacturières de leur nature, constituaient par leurs résultats une alyse exacte de la canne à sucre.

Que les chimistes habiles qui, comme M. Casaseca, à la Havane; M. Avequin, a Louisiane; M. Dupuy, à la Guadeloupe, sont placés près des fabriques de sucre cannes, veuillent bien répéter mes expériences plus en grand que je n'ai pu le re, et je suis certain que leur opinion sera bientôt formée.

Voici maintenant l'objection à faire à mon procédé. Le sucre obtenu conserve un ût sulfureux ; mais il le perd dans trois circonstances :

1° Écrasé et laissé pendant quelque temps à l'air, le sulfite se change en sulfate ipide (1) ;

2° Exposé à l'action d'une atmosphère ammoniacale, le sucre perd sa saveur sul-reuse et prend souvent un goût de vanille très-agréable, mais se colore parfois peu ;

3° Claircé de manière à perdre environ 10 p. 100 de son poids, il donne pour pro-it un sucre comparable aux sucres les plus purs et les plus blancs. La clairce génère, par l'évaporation, des sucres semblables aux précédents.

Manufacturièrement, je conseillerais le troisième procédé.

Je ne dirai qu'un mot, pour le moment, d'une circonstance qu'on pourrait redou-r. Les sulfates et les sulfites se réduisent au contact des matières organiques et oduisent des sulfures. La formation des sulfures, l'apparition du soufre libre, qui

(1) Et, comme le sucre cristallisé ne contient pas de bisulfite, qui n'existe pas sous forme solide, is seulement un sulfite neutre, celui-ci ne peut donner que du sulfate neutre. Si les sucres possè-nt une réaction acide, ils la doivent au phosphate acide de chaux, formé par l'action de l'acide lfureux sur le phosphate de chaux du jus ou de la pulpe.

pouvaient en être la conséquence, ne se sont manifestées dans aucun des échantillons fort nombreux que je possède et qui sont déjà très-anciens, du moins pour le sucre de betterave.

Je me résume : 100 kilog. de canne renferment environ 18 kilog. de sucre, quand elles sont en bon état. On en retire 66 kilog. de vesou, quand on travaille bien, et ceux-ci renferment 12 kilog. de sucre.

On extrait de ce vesou 6 à 7 kilog. de sucre brut ; on en a donc perdu 5 à 6 kilog. dans le travail du vesou ; on en avait laissé 6 dans la bagasse.

Il résulte de là qu'en appliquant le nouveau procédé au vesou seul, au lieu d'extraire 6 à 7 kilog. de sucre brut, on en obtiendra à peu près 12 de sucre blanc ; que si on l'applique à la fois au vesou et à la bagasse, on en aura 17 ou 18 de sucre pour 100 de canne.

En disant que le rendement de la canne en sucre pouvait être doublé, je n'ai donc rien dit qui ne fût d'accord avec mes expériences, je suis certainement resté bien au-dessous de la vérité.

L'avenir prononcera ; j'attends son jugement avec la plus parfaite confiance. Le bisulfite permettant au manufacturier de faire tout ce que le chimiste fait avec de l'alcool, si l'un retire 18, l'autre les retirera tout aussi bien quelque jour.

Quant à décider de loin s'il convient d'évaporer, par ébullition, jusqu'au bout ; de concentrer le sirop à la densité de 1/3 environ, pour terminer à l'étuve ; ou bien d'opérer l'évaporation tout entière dans des caisses au soleil, c'est ce que je ne saurais faire. Les circonstances locales, les études sur place en décideront.

Je me borne à faire remarquer que la présence du bisulfite, en prévenant la formation et l'action du ferment, rend l'emploi de grandes caisses ou cuves en bois, peu profondes et à large surface, d'une application facile, et permet tout aussi bien l'emploi de véritables bâtiments de graduation.

Je n'ai pas eu à ma disposition une quantité de vesou suffisante pour tenter de pareils moyens de travail, mais je veux pourtant montrer que ces procédés méritent d'être essayés, et je recommande à l'attention de M. Casaseca ou de tout chimiste, dans une situation analogue, l'expérience suivante :

Du jus de betterave, auquel j'ai ajouté 4 p. 100 de la dissolution normale de bisulfite de chaux, ayant été déféqué, je l'ai versé dans une petite caisse en sapin préalablement bien lavée avec du bisulfite dissous. Le fond percé de trous, traversés chacun par des ficelles pendantes, lui offrait ainsi de nombreux moyens d'écoulement et une large surface d'évaporation. A mesure que le jus se réunissait dans une terrine placée au-dessous des ficelles, on le rejetait dans la caisse. Ainsi concentré par de nombreux voyages, le sirop fut placé dans un vase plat où il cristallisa presque entièrement. Dans le peu de mélasse qui fut séparée des cristaux, il s'en produisit de nouveaux, et ces derniers offraient, comme les précédents, la forme bien connue et caractéristique du sucre de canne.

Si, avec le jus de la betterave, avec un appareil improvisé, cette expérience a réussi, pourquoi en serait-il autrement avec le jus de la canne plus pur et plus riche, dans des pays chauds, au grand air et avec des appareils sérieusement étudiés ?

Pourquoi ne pas chercher dans l'emploi de la chaleur solaire, là où elle est si intense et d'un retour si assuré, le moyen de remplacer la houille ou les autres combustibles dont on est privé ?

Quoi qu'il en soit du moyen d'évaporation qui sera préféré aux colonies, et sur

quel l'expérience en grand peut seule donner des lumières certaines, le résultat ppant du travail opéré sur quelques centaines de livres de canne à sucre m'avait nvaincu que l'extraction du sucre dans les colonies allait entrer dans des voies uvelles et profitables, les vesous et les bagasses pouvant désormais être soustraits toute fermentation.

J'étais donc pleinement disposé à me livrer immédiatement à toutes les démarches écessaires pour assurer un essai prompt de mon système, soit dans les colonies ançaises, avec l'appui si bienveillant pour moi de M. de Tracy, ministre de la arine, soit en Algérie où beaucoup de personnes bien informées croient que la nne à sucre peut prospérer, et où l'accroissement de rendement obtenu par ma éthode donnerait le moyen de produire à bas prix des sucres qui seraient bien lacés pour fournir à la consommation des populations qui entourent la Méditerranée.

Mais, tandis que j'étais sollicité, par un désir bien naturel, à concentrer toute mon tention sur la canne à sucre, qui me promettait un succès incontestable, prompt facile, j'ai compris que je devais à mon pays natal, qui ne possède pas de colonies qui cultive la betterave sur une grande échelle, à mon maître, qui, dans tant d'occasions, a pris en main la cause du sucre indigène, de m'attacher à faire tous mes forts pour maintenir entre le sucre de betterave et le sucre de canne un équilibre ue mes résultats menacent de troubler profondément.

Tel est le but des essais réitérés auxquels je me suis livré sur les betteraves. uisque l'extraction du sucre de la canne exige un écrasement ou un râpage, une éfécation, une évaporation rapide ou lente, entremêlée de filtrations, on peut déjà faire aisément une idée du travail de la betterave. Il n'en diffère pas, en effet; ais, si la canne à sucre m'a fourni des résultats tellement nets qu'il n'y ait pas le oindre doute pour moi sur les avantages que j'assigne au procédé que j'ai essayé ır elle, la betterave devait, au contraire, m'offrir de bien plus grandes difficultés vaincre.

En effet, la sucrerie indigène est bien plus avancée et laisse bien moins de marge ux perfectionnements. Comme elle extrait les jus d'une manière plus exacte, elle erd moins de sucre dans les pulpes. Comme elle utilise les pulpes pour la nourriure des bestiaux, le sucre qu'elles retiennent n'est même pas perdu en réalité. yant la houille à bon compte, les procédés d'évaporation par le feu lui conviennent ieux. Enfin, le jus de betterave renfermant beaucoup de sels qui sont capables empêcher la cristallisation du sucre, il en résulte une cause de perte que le nouau procédé ne pouvait corriger.

Le compte en nombres ronds me paraît s'établir de la manière suivante :

100 kilog. de betteraves renfermant, pour la moyenne de l'année, 10 kilog. de ucre, il en reste 4 dans les pulpes, 2 dans les mélasses, et 7 que le fabricant pourait livrer au commerce sous forme de sucre brut. Quelques fabricants atteignent ce ernier chiffre, dit-on; mais je serais porté à admettre qu'en France même, où ette industrie est si habilement conduite, la moyenne générale ne dépasse pas 6, où résulterait une perte absolue de 1 p. 100 de sucre qui disparaîtrait dans le avail.

Quoi qu'il en soit, je regarde comme la limite des perfectionnements à espérer, our le moment, de mon procédé, un rendement élevé à 8 p. 100, en bonne quaième, soit 33 p. 100 en sus du rendement moyen, considéré dans l'ensemble des briques.

Mais j'ai moins cherché, pour mon compte, à donner aux grandes fabriques de sucre de betterave des procédés de fabrication plus parfaits qu'à fournir des moyens d'un emploi facile pour tous et d'une application susceptible de s'effectuer sur une plus petite échelle dans les fermes elles-mêmes.

Pendant que j'étudiais la question à ce point de vue, MM. Claes frères, mettant à profit, à mon insu, des procédés de la même nature, en faisaient l'application en grand. C'est à eux qu'il appartient, par conséquent, d'en faire connaître les résultats. Pour moi, qui n'ai pas encore l'expérience manufacturière de ma méthode avec les appareils existants dans les fabriques actuelles, je livre à l'appréciation les résultats que j'ai constatés dans le laboratoire.

Premier point à résoudre. Peut-on retirer de la betterave tout le sucre qu'elle contient et le faire passer dans les jus? Cela n'est pas douteux.

En effet, laver la pulpe avec de l'eau chargée de bisulfite, c'est là une opération très-manufacturière, et qui, effectuée systématiquement, peut donner un liquide fort rapproché du jus lui-même par sa richesse saccharine d'une part, et de l'autre des pulpes épuisées ou à peu près.

Les lavages ainsi obtenus seraient d'ailleurs versés sur la râpe et serviraient de véhicule pour porter sur les pulpes nouvelles le bisulfite préservateur.

En ce qui concerne les pulpes épuisées, je n'ignore pas qu'on regarde leur emploi pour la nourriture du bétail comme compromis par le fait même de leur épuisement. C'est à l'expérience à en décider. Mais pourtant, n'y aurait-il pas quelque exagération à penser que ces pulpes si riches encore, après le lavage, en matières azotées, en matières assimilables, ont perdu toute propriété alimentaire? Épuiser les pulpes et les assaisonner avec des mélasses, qui leur rendraient le sucre et les sels qui leur manquent, serait, ce me semble, une pratique fort logique; mais, je le répète, l'expérience seule peut en décider et apprendre jusqu'à quelle dose la mélasse peut être tolérée par le bétail.

Ce que je veux établir, c'est que l'épuisement des pulpes est très-praticable en soi, lorsqu'on peut disposer, pour l'effectuer, d'un liquide qui prévient toute altération, toute fermentation, et qui permet même de consacrer plusieurs jours à ce travail, si l'on veut.

La perte absolue de 1 de sucre pour 100 de betteraves ou de 10 p. 100 du sucre qu'elles contiennent n'a rien d'exagéré; je la crois non-seulement réelle, mais bien au-dessous de la vérité, et, sur ce point, il y aura, je n'en doute pas, des améliorations à obtenir.

D'où vient cette perte, en effet, si ce n'est du sucre laissé dans les écumes, dans le noir, dans les poches et filtres; de celui qui se détruit par les fermentations que le contact des sacs, des outils et instruments imprégnés de ferments divers peut provoquer? Or, de ces causes de perte, bien peu résisteraient à l'emploi de mon procédé.

En ce qui concerne le noir, sa consommation serait sinon annulée, du moins considérablement réduite, dans le travail du sucre brut.

En ce qui regarde les écumes, le bisulfite de chaux exerce une double action dont je ne crois pas m'être exagéré l'importance. Il détermine plus facilement et plus complétement que tout autre agent la coagulation des matières albuminoïdes qui forment les écumes. En outre, il produit des écumes qui ne s'altèrent pas au contact de l'air et où l'on ne voit pas survenir de fermentation. Que si le travail en grand suscitait à cet égard des difficultés que je n'ai pas aperçues, il suffirait évi-

demment d'une addition de quelques millièmes de bisulfite aux écumes pour les écarter.

Il est évident que, pour mettre les sacs, poches, filtres, outils quelconques à l'abri de l'invasion des ferments, il suffira de les laver avec de l'eau chargée de bisulfite avant d'en faire usage et au moment où on cesse de les employer, ainsi que MM. Dubrunfaut et Kuhlman l'ont déjà conseillé.

De tout cela, je crois pouvoir tirer la conséquence que l'emploi bien dirigé du bisulfite peut conduire à retirer le sucre laissé jusqu'ici dans les pulpes, et qu'il peut, de même, fournir le moyen d'éviter en grande partie les pertes que l'on fait par les fermentations accidentelles des écumes, des sacs, poches, filtres, etc. Si ces deux causes de perte ou de destruction portent sur deux ou trois de sucre pour dix que la betterave en contient, leur atténuation ne saurait être sans intérêt.

J'aborde maintenant une autre cause de perte; celle qui est due à la présence des sels, qu'on considère comme étant la cause principale de la formation des mélasses. J'ai pu apprécier tous les inconvénients qu'on attribue à l'action de ces sels variés et abondants que la betterave renferme. Avec la canne à sucre, il suffit d'un peu de bisulfite pour que les traitements par l'eau donnent tous les résultats d'un traitement par l'alcool; c'est qu'il n'y a pas, ou très-peu, de sel dans le vesou. Avec le jus de betterave, c'est tout autre chose; quoi qu'on fasse, le traitement par le bisulfite diffère toujours des traitements par l'alcool, précisément parce que l'eau du jus dissout des sels que l'alcool ne dissout pas. Aussi, est-il rare d'obtenir le sucre de betterave en ces cristaux nets, distincts et d'une production facile que le sucre de canne donne aisément. Aussi m'est-il généralement resté, sinon des mélasses, au moins des produits mous.

Tout en admettant donc l'incontestable influence que les sels peuvent exercer sur la cristallisation du sucre, je ne puis cependant pas l'accepter comme la cause unique de la formation de la mélasse ou de cristaux mous. S'il en était ainsi, en évaporant quarante livres de jus et brûlant le résidu qu'ils laissent, et en ajoutant les sels ainsi obtenus à dix litres de jus, ceux-ci ne devraient pas fournir de sucre cristallisé. Or, il est facile de s'assurer qu'à cette dose les sels de la betterave n'ont pas une telle influence.

La production des mélasses doit donc être attribuée à d'autres causes, indépendamment de celle-là. Dès lors, il serait inexact de prétendre que tout procédé qui n'élimine pas les sels, doit, par cela même, rester sans influence sur la formation des mélasses; tous mes essais m'ont démontré le contraire. Je ne les ai jamais annulées, c'est vrai; mais que les fabricants en demeurent convaincus, je les ai réduites à des quantités bien inférieures à celles qui se produisent par les procédés actuels. Ils peuvent, je crois, tendre avec confiance leurs efforts de ce côté.

On assure que, dans quelques sucreries françaises dirigées par des personnes de grande expérience, le rendement s'élève à 8 p. 100 du poids de la betterave en quatrième ordinaire. Ce résultat confirmerait pleinement l'opinion à laquelle j'ai été conduit par mes propres études. Heureux, si je pouvais généraliser dans les mains de tous, par la sûreté des méthodes, un succès jusqu'à présent exceptionnel.

Je vais essayer maintenant de répondre à quelques questions d'un intérêt pressant pour des industries importantes. Je le ferai avec sincérité, laissant aux industriels et aux hommes d'affaires à apprécier mon opinion pour ce qu'elle vaut à cet égard.

L'industrie sucrière a pris un tel essor dans quelques parties du continent qu'elle

a donné lieu à la création d'établissements spéciaux pour l'exécution des machines qu'elle emploie, pour la fabrication ou la révivification du noir qu'elle consomme. Elle a donné naissance, en outre, à des distilleries qui utilisent ses mélasses et qui en retirent, avec profit pour le pays, de l'alcool et les sels qui s'y sont concentrés. Toutes ces industries se sont émues.

Si l'emploi du bisulfite est adopté, les conditions nouvelles qu'il introduira peuvent ouvrir bien des voies à l'invention que je suis hors d'état de prévoir. Il me semble cependant que l'action des râpes sera nécessaire, jusqu'à ce qu'une étude approfondie des effets obtenus sur les tranches produites par un coupe-racines et soumises à un lavage systématique, ait été effectuée. Il m'a paru que les liquides sucrés obtenus par macération ou lévigation se travaillaient plus facilement que les jus naturels provenant directement des râpes et des presses.

Je n'oserais pas assurer que les presses actuelles seront conservées, dans le cas même où les râpes le seraient; tout y est calculé pour un travail très-rapide. Or, une fois la pulpe rendue inaltérable, des presses lentes, opérant par grandes masses, économisant la main-d'œuvre, supprimant les sacs, les claies, peuvent offrir des avantages certains et obtenir une juste préférence.

La défécation s'opérant au moyen du bisulfite, de la même manière qu'avec la chaux, les chaudières qui lui sont consacrées et dont les dispositions ont été si bien réglées, seraient toujours indispensables.

Les filtres de Taylor, ou des filtres analogues, interviennent dans le travail nouveau au même titre que dans l'ancien, sauf les cas où l'on préférerait opérer par dépôt, ce qui est possible.

Les appareils d'évaporation à feu nu pourraient intervenir au commencement de la concentration des jus, mais, à la fin, il faudrait recourir, soit à l'évaporation rapide dans des chaudières chauffées à la vapeur, soit à une cristallisation lente effectuée dans des étuves. Je me suis assuré qu'on peut opérer dans la tôle, la fonte, le cuivre étamé, le fer étamé, et très-probablement dans des vases construits en bois ou en briques cimentées.

L'emploi du noir pourra être supprimé, réduit ou conservé, selon qu'on se proposera de fabriquer des sucres bruts ou des sucres raffinés.

Quant aux mélasses et à leurs sels, il y aura toujours lieu de les utiliser, sauf cette partie qu'on pourrait rejeter sur les pulpes comme assaisonnement pour la nourriture du bétail.

En effet, l'agriculture en France réclame à grands cris du sel marin; elle pourrait à meilleur droit réclamer des sels à base de potasse; et lorsqu'il arrive que, dans un pays où rien ne se perd, comme dans le département du Nord, on a de tels sels dans la mélasse; lorsqu'il suffit de faire manger celle-ci pour que ces sels rentrant dans les engrais retournent à la terre, ce département se livre à une large exportation de ces produits qu'il dérobe, au contraire, à son propre sol. Qui oserait affirmer qu'il n'aura pas lieu de le regretter un jour?

Les pays producteurs de sucre peuvent en exporter autant qu'ils veulent, l'air et l'eau suffisent à leur en rendre les éléments; mais les sels des mélasses une fois exportés ne se retrouvent pas si aisément. Épuiser les pulpes de tout le sucre cristallisable qu'elles peuvent fournir, leur rendre comme assaisonnement une partie des mélasses et de leurs sels, telle serait, à mon avis, la marche la plus logique au point de vue de l'économie générale du sol d'un pays. Mais, pour faire accepter par l'intérêt privé les conséquences de ces prévisions lointaines, il faut qu'il y trouve

son compte dans le présent. Il faut donc, dans ce cas particulier, qu'il y ait un plus grand avantage à retirer le sucre des pulpes qu'à vendre des mélasses. L'expérience en grand peut seule apprendre si cet avantage existe, comme je le crois.

Les indications qui précèdent vont rendre facile, à chacune des personnes intéressées dans les diverses industries auxquelles elles se rapportent, l'appréciation exacte de la portée des faits que j'ai constatés par moi-même dans le traitement de la betterave.

J'ai râpé des betteraves, en arrosant la pulpe avec 2 1/2 p. 100 du poids de la racine, d'une dissolution de bisulfite de chaux, marquant 10 degrés à l'aréomètre de Baumé. J'ai pressé les pulpes et recueilli les jus, qui ont été portés à l'ébullition. La défécation étant opérée, on a passé les liquides à la chausse et on les a analysés au moyen de l'appareil de polarisation.

On a concentré par l'ébullition à feu nu les jus déféqués, jusqu'à les réduire à consistance de sirop; ceux-ci filtrés, et mis à l'étuve, ont été ramenés à des masses cristallisées, d'une couleur paille, dont on a également fait l'analyse au moyen de l'appareil de polarisation. L'analyse de cette masse humide, ainsi faite, on a pu déterminer la portion de son poids correspondante au sucre réel; le reste étant représenté par l'eau, les sels, etc.

4 lit. 356 jus contenant 521 gr. 4 de sucre ont fourni une masse grenée contenant 528 gr. 20 de sucre.

0 lit. 984 jus contenant 105 gr. 3 de sucre ont fourni une masse grenée renfermant 104 gr. 9 de sucre.

1 lit. 045 jus contenant 112 gr. 4 de sucre ont fourni une masse grenée contenant 113 gr. 1 de sucre.

D'où il suit que, pendant la défécation, la première concentration à feu nu, la seconde concentration à l'étuve, et la cristallisation qui s'y opère, le sucre traité par le bisulfite de chaux se conserve intact.

Dans toutes mes épreuves, la même concordance s'est manifestée. Les différences, toujours faibles, ont été observées tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, et ne se sont généralement pas élevées au delà de deux ou trois centièmes, quantités négligeables dans la pratique.

Les pulpes desquelles les jus précédents avaient été extraits, ayant été baignées avec de l'eau et mises une seconde fois en presse, ont fourni des liquides sucrés. L'opération, répétée pour les épuiser, en a donné d'autres qui ne l'étaient presque plus. On ajoutait un peu de bisulfite dans l'eau pour les derniers lavages.

Or, ces liquides réunis, filtrés et concentrés par une ébullition à feu nu, filtrés de nouveau, puis mis à l'étuve, ont donné des masses cristallisées de tout point semblables à celles qui provenaient des jus directs. Le sucre existant dans ces masses correspondait, poids pour poids, avec celui que l'analyse signalait dans les liqueurs qui les avaient fournies.

Les écumes, les poches, lavées à leur tour, par de l'eau chargée d'un peu de bisulfite, malgré leur abandon au contact de l'air, ont fourni des rinçures qu'on a laissées en repos pendant une dizaine de jours, en y ajoutant toutes celles qui provenaient des expériences qu'on faisait chaque jour. Au bout de ce temps, elles marquaient 4 1/2 B.; on les a traitées par défécation, etc., comme le jus de betteraves

il en est résulté des masses cristallisées presque comparables aux pro-

consacré beaucoup de temps, j'ai traité

des betteraves de toutes dimensions ; de toutes couleurs, rouges, blanches, jaunes ; de tout âge, jeunes et non parvenues à leur maturité, mûres et en bon état au moment de la récolte, prises dans les silos et bien conservées ; enfin, altérées, gangrenées à divers degrés.

Toujours, les masses cristallisées que j'en ai extraites renfermaient inaltéré le sucre que l'analyse y indiquait avant le traitement. Les différences observées sont dues surtout à des causes physiques, car le sucre obtenu ne se présentait pas, quant à l'aspect, avec des caractères identiques. Ce n'est que très-rarement que la betterave m'a donné d'aussi beaux produits que la canne ; au lieu d'un grain dur et bien formé, les masses se solidifient souvent, à peu près comme il arrive dans une cristallisation confuse.

Pour les chimistes et les manufacturiers qui sont exercés au maniement de l'excellent procédé d'essai de M. Payen, une expérience très-simple pourra fixer leur opinion.

Ils n'ont qu'à traiter une dizaine de betteraves par le bisulfite, et à évaporer le jus après défécation, d'abord jusqu'à 25 degrés. A ce terme, on clarifie et on filtre ou même on se contente de filtrer sans clarification. On évapore ensuite jusqu'à 37 ou 38 degrés Baumé, et on abandonne la matière pendant trois ou quatre jours dans une étuve à 40 degrés.

La masse cristallisée, exprimée fortement, leur offrira un sucre brut, d'une très-belle nuance et d'une richesse en sucre, non-seulement théorique, mais pratiquement réalisable, qui, ainsi que l'essai par la méthode de M. Payen l'indique, égalera ou dépassera du premier coup le rendement du travail tout entier des sucreries. Ainsi, quiconque essayera de traiter quelques betteraves par le bisulfite, reconnaîtra sans peine qu'on peut retirer du jus qu'elles fournissent, 13 ou 15 pour 100 du poids de ce jus d'un résidu pâteux, qui, fortement pressé entre des doubles de papier Joseph, laisse 8 ou 10 pour 100 du poids du jus d'un sucre blanc.

Après avoir assisté à la première des expériences que j'ai effectuées devant la commission française, M. Clerget, l'un de ses membres, dès le premier essai qu'il a fait de mon procédé, est arrivé à ce résultat.

L'ébullition est ordinairement assez tumultueuse lorsqu'on opère par le bisulfite ; je n'ai pu me rendre compte de cette particularité, qu'on maîtrise très-bien par un peu de graisse, ou mieux par l'acide oléique ; ce phénomène de boursouflement serait même de nature à recommander une autre forme de vases pour l'évaporation des jus, surtout lorsqu'ils proviennent de betteraves non encore arrivées en maturité.

Avec des betteraves tachées de noir et gangrenées jusqu'à quelques centimètres à partir du col, j'ai constaté que mon procédé permettait d'en retirer le sucre tout aussi bien qu'avec les betteraves saines. Quant à leur apparence, ces produits diffèrent peu ; quant à leur quantité, le sucre signalé par l'analyse dans les racines se retrouve tout entier dans les masses cristallisées qui en proviennent.

En comparant la marche bien connue du travail actuel des fabriques de sucre de betterave, avec celle qui semblait résulter de l'emploi de mon procédé, j'apercevais les circonstances suivantes :

Aujourd'hui, le râpage s'effectuant à l'air libre, sans précaution spéciale, les altérations qu'il entraîne rendent indispensable un pressage rapide Quelque rapide qu'il puisse être, on n'obvie pas aux altérations.

La défécation opérée à l'aide de la chaux, favorise ou exalte la coloration et force

l'emploi du noir, comme agent décolorant et comme absorbant de la chaux en excès.

L'évaporation à une température élevée modifie une partie du sucre que la chaleur rend incristallisable, d'où résulte la nécessité d'opérer par cuites successives et de retirer le sucre solide en quatre ou cinq cristallisations de moins en moins productives.

Mon procédé permettait :

De râper à l'avance, de garder les pulpes du jour au lendemain, de presser lentement et à plusieurs reprises pour épuiser les pulpes par lavage.

Il fournissait des défécations parfaitement limpides et incolores, à la suite desquelles l'emploi du noir n'avait pas d'objet.

Les jus évaporés d'abord à une température élevée, jusqu'à la densité de 1,3 par exemple, puis concentrés à l'étuve, cristallisaient sans coloration, se solidifiaient en entier ou à peu de chose près, ce qui plaçait toute l'importance du travail dans les premiers produits.

Je me trouvais donc ramené vers l'emploi du procédé de la cristallisation lente auquel M. Crespel-Dellisse a dû les succès qui ont sauvé de sa ruine la fabrication du sucre indigène en France vers 1827 ; mais, en l'adoptant, je croyais être assuré que, par l'emploi du bisulfite, ce procédé deviendrait d'une application plus facile, plus simple, et que son rendement serait accru d'une manière importante.

Deux difficultés m'arrêtaient. La pulpe, traitée par le bisulfite, serait-elle mangée par les bestiaux ; son usage n'offrirait-il aucun inconvénient ?

Le sucre brut, obtenu par le bisulfite, n'offrirait-il au raffinage aucune difficulté spéciale ; à la consommation aucune cause de dépréciation ?

Ce n'est pas dans le laboratoire, mais bien dans le travail en grand d'une usine, que ces deux questions pouvaient trouver une réponse satisfaisante. Mon travail en était là, lorsque M. Paul Claes, fabricant de sucre de betterave, à Lembecq, vint à Paris, comme l'un des commissaires chargés, par mission spéciale de M. le ministre de l'intérieur de Belgique, de contrôler les résultats des recherches que j'y avais poursuivies. Il me fit savoir avant tout, avec sa loyauté bien connue, qu'il avait lui-même pratiqué un procédé probablement analogue au mien ; qu'en cas de coïncidence, il reconnaissait que le dépôt de deux paquets cachetés, fait par moi dans les archives de l'Académie royale de Belgique et de l'Institut de France, m'assurait la priorité ; il constatait, par écrit, les résultats de son travail dans les termes suivants :

« Nous avons traité, à Lembecq, par l'acide sulfureux, près de 2,500,000 kilog. de betteraves pendant la dernière fabrication.

« L'acide sulfureux liquide, portant 4 degrés 1/2 Baumé, étendu de deux cents fois son volume d'eau, était versé sur la râpe.

« Le jus de betterave se déféquait à la chaux. A 60 degrés environ on ajoutait de la craie, et l'on obtenait des grumeaux très-gros. Le jus déféqué était presque incolore.

« Pendant toute la durée de l'extraction, il n'y a de coloration que celle qui est provoquée par le contact des corps étrangers.

« La quantité de sucre extrait est plus considérable, la nuance, sans aucune clairce, plus belle.

« Le grain, beaucoup plus beau et plus riche

« Les sucres, en tout semblables aux sucres les plus beaux, ont été reçus par le commerce avec la plus grande faveur. »

Quelque temps après, MM. Claes frères me faisaient parvenir des quatrièmes

produits raffinés et des cinquièmes produits bruts qui justifiaient surabondamment les assertions précédentes.

Ma joie fut grande, je l'avoue, en apprenant, d'une part, que les sucres obtenus avec le concours de l'acide sulfureux se comportaient bien, tant au raffinage qu'à la consommation ; de savoir que les pulpes de 2,500,000 kilog. de betteraves, traitées à l'acide sulfureux avaient été consommées par le bétail sans difficulté.

Restait la question du rendement plus ou moins élevé, et celle-là étant relative au travail antérieur de chaque fabrique, il me suffisait de savoir que, par l'intervention de l'acide sulfureux, il avait été augmenté à Lembecq.

M. Paul Claes pensa, comme moi, que l'emploi direct du bisulfite de chaux était preférable à celui de l'acide sulfureux.

Jusque-là, mes recherches avaient été poursuivies dans le calme du laboratoire; mais ce n'est pas impunément qu'on touche aux questions liées à de grands intérêts. Le résultat de mes expériences avait transpiré. Les manufacturiers du département du nord s'étaient émus. Des délégués des colonies s'étaient adressés à M. le ministre de la marine, et, à leur prière, le gouvernement français nommait une commission pour l'examen de mon procédé.

Le silence gardé pendant si longtemps par le gouvernement belge fut donc forcément rompu.

Dès sa première séance, la commission française reconnut que, pour la sûreté de ses opérations, il était nécessaire que je prisse un brevet d'invention; je m'empressai de satisfaire à ce désir; car, tandis qu'elle allait étudier et apprécier ma méthode, rien n'empêchait que les intentions du gouvernement, et j'ose dire les miennes, ne fussent paralysées. Il aurait suffi qu'une demande en brevet fût formée pour nous ôter le droit de faire jouir les fabricants belges et français des avantages qu'ils auraient pu retirer de mon procédé.

Pour juger de la valeur d'un système nouveau dans une fabrication comme celle du sucre, il faut une campagne, ou au moins des expériences faites à diverses époques de cette campagne et convenablement échelonnées.

Je publie, en conséquence, aujourd'hui ce premier mémoire dans lequel j'ai cherché à bien préciser les faits essentiels, et je prie tous les fabricants belges et français qui le jugeront convenable à leurs intérêts, de faire, pendant le cours de cette campagne, soit pour la canne, soit pour la betterave, tel emploi qu'ils voudront des procédés qui s'y trouvent décrits. Je serai très-empressé de recevoir leurs communications Ce que je cherche, c'est la vérité, et lorsque mes expériences auront été soumises au contrôle public que je désire, tout le monde en aura la preuve.

Qu'on me permette d'insister sur un point : le bisulfite versé sur la râpe rend les pulpes et les jus inaltérables pendant les premières opérations de la fabrication du sucre; il permet d'utiliser sans crainte aucune la macération des pulpes, la lévigation ou leur seconde pression, après les avoir imbibées d'eau; il corrige le mauvais état des betteraves à la fin de la campagne, et rend, par suite, la fabrication uniforme et régulière pendant sa durée. Qu'on l'essaie, d'abord dans ces conditions, en bornant son emploi à ce rôle préservateur circonscrit; l'habileté des fabricants, celle des ouvriers feront le reste. On se familiarisera peu à peu avec ce nouveau produit; on saisira bientôt les conditions les plus favorables à son emploi en grand.

Si, contre toute attente, les fabricants de sucre indigène ne trouvaient aucun bénéfice à l'emploi de mon procédé, je ne puis pas croire que son influence sur l'extraction du sucre dans nos climats fût annulée pour cela.

Lorsqu'il suffit d'un coupe-racines, d'un ou deux tonneaux, d'une chaudière à lessive et de quelques terrines pour extraire très-facilement le sucre d'un millier de kilogrammes de betteraves, lorsqu'on l'obtient du premier coup plus blanc que les plus beaux sucres du commerce, n'est-il pas permis d'espérer que les besoins toujours croissants de la consommation du sucre en rendront désormais la fabrication populaire dans toutes les campagnes, y répandront par suite les bienfaits attachés à la culture de la betterave, et que le vœu formé par M. Morel de Vindé sera enfin exaucé ?

Du même coup l'agriculture gagnerait les profits du meilleur des assolements, et le laboureur, les bénéfices hygiéniques d'une consommation qu'il ignore encore; car, tandis que l'Angleterre consomme plus de 10 kilog. de sucre par tête et par an, l'Europe tout entière n'atteint pas à la consommation de 2 kilog 1/2 par tête et par an.

Quel que puisse être le mode de travail qui sera définitivement admis par la pratique en grand, je ne saurais trop le recommander, il faudra toujours commencer par faire arriver le bisulfite préservateur sur les sucs au moment même où ils sont exposés au contact de l'air. On comprend, du reste, que se fondant sur les faits et les principes exposés plus haut, les industriels puissent les mettre en pratique sous diverses formes. Plus tard je publierai, s'il y a lieu, les résultats comparatifs des essais que j'espère être en mesure de continuer à cet égard.

Je me borne à indiquer ici quelques-unes de ces formes :

1° Opérer la défécation sur la pulpe elle-même.

2° Déféquer les jus provenant des presses, ou obtenus par lavage au moyen du bisulfite de chaux seul;
Filtrer sur des filtres Taylor ou décanter après la défécation;
Pousser directement à la cuite le liquide limpide ainsi obtenu, malgré le trouble qui s'y produit par la concentration.

3° Déféquer par le bisulfite de chaux;
Filtrer ou décanter;
Évaporer à 25 degrés B;
Filtrer une seconde fois;
Pousser à la cuite.

4° Déféquer par le bisulfite de chaux;
Filtrer ou décanter;
Évaporer à 25 degrés B, filtrer;
Pousser la cuite vers 38 degrés B, et placer le sirop à l'étuve pour opérer, par cristallisation lente, par la méthode de M. Crespel-Dellisse.

5° Opérer la préservation des pulpes par une faible dose de bisulfite de chaux;
Déféquer à la chaux par la méthode ordinaire;
Filtrer ou passer sur noir;
Ajouter ensuite du bisulfite de façon à obtenir un liquide neutre ou légèrement acide;
Évaporer à 25 degrés B, filtrer;
Pousser à la cuite.
Dans tous ces cas on obtiendrait de bons résultats, si on pouvait faire rentrer les

sirops d'égouts dans les chaudières à déféquer ; bien entendu qu'on serait obligé de scinder le travail après quelques opérations.

6° Déféquer par le bisulfite ;

Filtrer ou décanter ;

Amener les jus vers 25 degrés B., et les neutraliser ou les rendre légèrement alcalins ;

Passer sur noir ;

Suivre ensuite le travail comme on l'exécute dans les anciens procédés.

7° Faire arriver une dissolution faible de bisulfite de chaux sur la râpe ;

Opérer la défécation à la chaux et reprendre ensuite le travail ordinaire.

Avant de terminer, qu'il me soit permis de rappeler en peu de mots les travaux des savants ou des industriels qui, à ma connaissance, m'ont précédé dans la voie où je me suis engagé.

C'est à Proust, dont le nom demeurera attaché d'une manière si honorable à l'histoire du sucre, que nous avons tous emprunté notre point de départ. Indépendamment de l'emploi bien connu qu'il avait fait du mutisme par le sulfite de chaux pour opérer l'extraction du sucre de raisin, ce chimiste illustre indique, dans le *Journal de physique* de 1810, l'application du sulfite pour le jus de la canne, de l'érable, etc. C'est donc à lui qu'il faut reporter tout l'honneur de la découverte. Tôt ou tard, son opinion doit triompher; mon bonheur serait de l'avoir dégagée de quelques difficultés et de l'avoir fait accepter par la pratique.

Quelques expérimentateurs entrèrent dans cette voie.

M. Drapiez, en 1811, essaya l'emploi de l'acide sulfureux.

M. Perpère, en 1812, échouait en se servant du même acide.

M. Jordan de Haber a proposé l'acide sulfureux pour les cossettes ; mais il emploie indistinctement l'acide sulfureux, l'acide sulfurique ou la chaux.

M. Boutin a pris un brevet pour le sulfite d'alumine, en 1846.

L'usage de ce sel avait déjà été indiqué dans un brevet, en 1838, par M. Stollé.

Enfin, en 1848, M. Mége a pris un brevet, de son côté, pour l'emploi de l'acide sulfureux et du sulfure de calcium, déjà proposé jadis pour le sucre de raisin par Mairet, de Reims.

Dans cette rapide énumération, j'ai omis, à dessein, deux brevets très-détaillés sur l'emploi de l'acide sulfureux et des sulfites, l'un de M. Dubrunfaut, en date de 1829 ; l'autre de M. Stollé, en date de 1839.

Personne n'admettra, je l'espère, que j'aie eu l'intention de mettre en oubli les expériences d'un homme aussi ingénieux et aussi digne de considération que M. Dubrunfaut. Une chose m'étonne, c'est que sa pénétration ne lui ait pas fait saisir le point par lequel plusieurs de ses procédés étaient en défaut.

Le brevet de M. Dubrunfaut est imprimé dans le tom. XXVII des *Brevets expirés;* au lieu de le discuter, je préfère y renvoyer le lecteur, qui jugera par lui-même.

Le brevet de M. Stollé est imprimé dans la collection des *Brevets expirés*, tom. LXVII. Les fabricants et les chimistes sauront apprécier de suite en quoi nous différons, M. Stollé et moi ; ils apprécieront à leur juste valeur notre point de départ ; ils verront sur quels faits nous nous fondons (1).

Du reste, loin de moi la pensée de revendiquer les principes du mutisme appliqués

(1) Voir plus haut la description de ces brevets.

à la canne à sucre, à la betterave. Je reconnais qu'ils appartiennent tous à Proust, et que nous n'avons fait que le suivre. Il restait quelque chose à faire pour rendre pratique l'idée heureuse et originale de ce grand chimiste, en ce qui concerne le sucre de la canne et de la betterave; si j'y suis parvenu, que tout l'honneur en revienne à Proust. »

D'autres brevets on été pris tout dernièrement pour la même fabrication, par MM. Rousseau frères, Robert de Massy et Dubrunfaut, nous en rendrons compte, avons-nous dit, lorsque l'expérience aura prononcé.

NOTICE SUR LES INSTRUMENTS D'AGRICULTURE,

Inventés ou perfectionnés par M. MOYSEN, propriétaire à Mézières (Ardennes).

M. Moysen est à la fois un habile agriculteur des Ardennes, un propriétaire aisé et un mécanicien intelligent, qui a su par ses observations, par sa persévérance et par son travail, apporter des améliorations notables dans un grand nombre d'instruments propres à l'agriculture. Il en a imaginé plusieurs fort utiles, et tous ceux qu'il a touchés sont devenus plus commodes ou plus économiques. Nous avons cru qu'il ne serait pas sans intérêt pour toutes les personnes qui s'occupent des arts agricoles, et dont le nombre augmente heureusement tous les jours en France, d'avoir une notice détaillée sur ces divers instruments, dont une partie a été exposée cette année, et jugée digne de figurer dans les galeries du Conservatoire des Arts et Métiers, après avoir reçu les mentions et les récompenses les plus honorables de divers congrès ou comices du Nord. Nous allons donc les passer successivement en revue, en faisant remarquer les particularités qui les distinguent.

Parlons d'abord de ses différents systèmes de charrues et des modifications qu'il y a apportées.

Ainsi, on remarque, dans son *araire à socs alternants :* 1° que les extrémités des branches du *régulateur* sont indépendantes, quoique paraissant réunies; cette disjonction est couverte par une douille qui permet à la maille allongée portant les crochets d'attelage de circuler librement sans la rencontrer; 2° que, pour arrêter plus facilement et plus simplement le manchon mobile au point extrême du demi-cercle qu'il parcourt, un petit crochet suffit, ne donnant aucune peine, ni ne demandant aucun talent au laboureur qui manœuvre l'instrument; 3° qu'à ce système de soc son peut adapter des œillettes de rechange, comme au soc américain; 4° que le balan, que semble donner à la charrue le fer suspendu sur le côté, serait bien maintenu, s'il était de quelque importance, par le poids de la terre, et qu'au surplus un pied tournant soutient ce soc.

Dans son *araire à levier et à roulette :* 1° le boulon à deux têtes servant d'essieu et n'ayant pas d'écrou; 2° le régulateur à crémaillère qui donne la facilité de terrer et de déterrer, ce qui peut être utile quand l'attelage descend dans un fond et qu'il remonte ensuite; 3° la roulette inclinée sur le sep qui devrait être un peu plus élevée, et qui change le frottement de glissement de ce sep contre la terre non labourée, en un frottement de roulement; 4° la fixité obtenue par la charrue dans sa marche et sa facilité de direction.

Dans son *araire à levier simple et à régulateur :* 1° ce levier simple sur lequel

court un crochet qui s'arrête plus haut ou plus bas, et sert à le poser sur un régulateur Dombasle, qu'on relève à volonté; ce levier a, en outre, l'avantage de changer facilement pendant la marche la direction du tirage, quelle qu'en soit l'intensité; 2° le cône tournant servant de sep avec succès, et le décrottoir qui se place contre le cône. Cette charrue, qui a donné de profonds labours, demande moins de tirage que toute autre, parce que la pression du sep s'effectue sur une partie tournante; elle ne lisse pas le fond de la raie, mais, au contraire, le laisse grenu, et propre à la filtration des eaux et à la pénétration des racines.

M. Moysen a aussi disposé un système de petit avant-train ou de maille allongée, à roulettes, pour donner de la fixité à la marche de l'araire, qui devient alors une charrue à avant-train sans en avoir les inconvénients, parce que la haie de l'instrument fait toujours son office de levier.

Il a exécuté une *charrue à quatre socs*, c'est-à-dire une araire sans avant-train, à deux rangs de socs superposés, et dans laquelle il varie à volonté la largeur de la raie, en rapprochant ou en éloignant les socs; le crochet d'attelage monte et descend le long d'une tringle double, mobile et légèrement coudée au milieu pour l'empêcher de remonter quand les chevaux tirent; des chaînes lui permettent une plus ou moins grande inclinaison, suivant la profondeur du labour qu'on veut obtenir.

M. Moysen a également établi une *charrue à cinq socs*, placés en diagonale. Comprenant que dans un tel instrument la grande difficulté est de pouvoir le diriger convenablement, attendu que les cinq versoirs étant poussés par la terre qui les charge ensemble, tendent avec une grande force à faire dévier la charrue de la direction du tirage, il a reconnu, en bon observateur, que le meilleur moyen de surmonter cette difficulté est d'appliquer, sur le derrière de la charrue, un grand coutre à large lame, pivotant dans une mortaise mobile.

Parmi les autres appareils de M. Moysen, nous avons également remarqué, avec sa *herse mobile*, son *extirpateur*, perfectionné parfaitement. Combiné pour exiger peu de tirage, comparativement au bon travail qu'il est susceptible de produire, l'auteur a voulu prouver qu'il ne faut pas toujours retourner la terre, qu'il suffit souvent pour l'ameublir et faire périr les plantes parasites, de l'ébranler brusquement, de la fendiller, de la soulever et de l'émouvoir en tous sens. Il y a appliqué un essieu à double coude pour régler l'entrure, et pour mener aux champs, au moyen d'une espèce de poulain s'accrochant dessus d'un bout et passant sous les sarcloirs de l'autre bout prolongé pour former traîneau, et empêcher les fers de porter sur la terre.

Dans certains cas, il applique à un *tranche-gazon* quelques lames de fer aciéré sur un châssis de forme rectangulaire ou trapézoïdale, pour faire l'office d'extirpateur; ces lames non coupantes, partant du bas, et ne s'élevant pas jusqu'au châssis incliné en arrière, forcent le chiendent à monter et à paraître à nu sur la terre, où des rateaux le ramassent en tas.

Enfin, M. Moysen s'est encore occupé d'une quantité d'autres instruments, qui lui doivent également des perfectionnements, tels que des *sarcloirs* à levier, à rouleau et à bras, des *cueille-trèfles*, *arrache-légumes*, *rouleaux* de petites et de grandes dimensions, etc.

Quand des hommes dévoués s'occupent ainsi des progrès de l'agriculture, il faut au moins les faire connaître au pays, afin qu'il puisse leur en témoigner sa reconnaissance.

MACHINES A FORER LES CUIRS,

PROPRES A LA FABRICATION

DES FOURREAUX DE SABRE, DES GAINES, CRAVACHES, ÉTUIS, GIBERNES, CHAUSSURES, TUYAUX, ETC.,

SANS COUTURE ET SANS COLLAGE;

Par **M. PECQUEUR**, Ingénieur-Mécanicien, à Paris.

(PLANCHE 15.)

M. Pecqueur est un ingénieur mécanicien d'une grande réputation, qui s'est constamment distingué par des inventions très-remarquables. C'est un de ces rares génies à qui il semble qu'il doive suffire de poser des problèmes mécaniques, pour les résoudre par des moyens rationnels. Aussi on lui doit des découvertes fort intéressantes qui ont été, à diverses époques, l'objet de rapports favorables et spéciaux.

On a pu examiner avec beaucoup d'intérêt, à l'Exposition dernière, son nouveau métier à faire les filets de pêche, qui jusqu'ici avaient été constamment exécutés à la main; son régulateur à mouvement différentiel, que nous aurons l'occasion de décrire; et ses curieuses machines dites à forer les cuirs, avec lesquelles une fabrique importante s'est formée depuis deux ans, à Paris, pour confectionner diverses espèces d'objets, tels que des chaussures, des fourreaux de sabres, des gaînes, des casques, des gourdes, des tuyaux, etc., sans aucune couture et en même temps sans collage.

Ces machines sont surtout remarquables par les mouvements ingénieux qui y sont appliqués et par les diverses applications qu'elles permettent de faire, avec une précision, une exactitude mathématiques.

L'idée de forer le cuir, c'est-à-dire de le fendre par le milieu de son épaisseur, de manière à l'ouvrir, sans le découper sur les côtés, ne paraît pas être une idée nouvelle; en effet, on trouve dans le IXe vol. (1re série) d'un journal anglais intitulé : *The London journal of arts*, et qui a paru

en 1825, qu'un M. Petitpierre s'est fait patenter vers la fin de l'année 1823, en Angleterre, « pour un instrument propre à fabriquer d'un seul mor- « ceau de cuir, sans aucune couture ni attache quelconque, toute espèce « de souliers, pantoufles, gants, coiffures et chapeaux, boîtes à cartouches, « fourreaux et gaînes, etc. »

En voyant la description et le petit dessin que l'auteur donne de son procédé, il est facile de reconnaître que son invention n'est réellement pas une machine pouvant travailler d'une manière manufacturière; ce n'est autre qu'un outil à manche, manœuvrant à la main, et à l'aide duquel on sépare des morceaux de cuir, par le contour d'abord, lorsqu'on veut faire des chaussures, puis dans les parties qui doivent déterminer l'intérieur de l'objet.

En 1844, M. Durand avait pris un brevet d'invention de cinq ans « pour « la fabrication des rouleaux en cuir sans couture, ni collage, propres à la « lithographie, à l'imprimerie, à la filature, aux métiers à tisser, aux cylin- « dres de lissage des papiers, ainsi qu'à la confection des cannes en cuir « et des tuyaux de pipes d'une grande longueur. » La description qui accompagne ce brevet, aujourd'hui dans le domaine public, ne fait qu'indiquer un procédé manuel d'ouvrir le cuir dans son épaisseur, à l'aide d'une scie très-fine et d'un tranchant.

Dans le brevet primitif demandé pour quinze ans, le 24 février 1845, au nom de M. Contour, sous le titre de : « Fabrication en cuir, sans couture « et sans collage, des cravaches, des fourreaux de sabres et d'épées, et des « gaînes pour couteaux de chasse et armes de toutes espèces, etc., » l'auteur ne fait aussi qu'indiquer le procédé d'une manière superficielle, qui ne peut être réellement considéré comme un moyen mécanique propre à effectuer l'opération de la fente du cuir. En effet, il s'est contenté de dire qu'il choisit le cuir convenable, et qu'il perce dans son épaisseur, avec une mèche, un trou longitudinal qu'il élargit ensuite avec un outil tranchant ou une scie à main.

Mais ces inventions qui, du reste, ne paraissent pas avoir produit quelques résultats, ne renferment véritablement pas de moyens mécaniques, manufacturiers et susceptibles de travailler avec intelligence, avec économie. Ce n'est que lorsque les idées ont été soumises à M. Pecqueur, qu'elles sont devenues entre ses mains tout à fait praticables, et susceptibles de fonctionner avec une grande régularité. C'est seulement alors qu'il s'est formé à Paris, en 1846, une société sous la raison Ruchet et comp^e^, pour l'exploitation en grand de ces divers objets en cuir forés, dont plusieurs, comme les casques, les fourreaux de sabre, les poires à poudre, etc. sont parfaitement goûtés par le commerce et par le gouvernement.

Pour que cette maison pût fabriquer économiquement et en même temps avec rapidité, il était rationnel de combiner les machines de manière à faire effectuer par chacune un travail spécial, ce qui a dû naturellement amener M. Pecqueur à les modifier, dans leur mouvement, ou dans leur

agencement particulier, suivant les applications. De sorte que telle machine n'exécute que des tuyaux, par exemple, ou des fourreaux, telle autre ne fait que des gourdes ou poires à poudre, telle autre des casques ou des schakos, etc.; parmi ces divers appareils, nous en avons choisi deux de préférence, comme réunissant à peu près toutes les combinaisons principales que M. Pecqueur a imaginées, et comme pouvant faire le plus grand nombre d'applications; nous allons les décrire successivement.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A FORER LES GOURDES OU POIRES A POUDRE,

REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. 1, 2 ET 3, PL. 15.

Le principe sur lequel repose le système de forage de M. Pecqueur, consiste dans la disposition d'une lame tranchante par bout et sur les côtés, et qui reçoit un mouvement alternatif dans un même plan horizontal, pendant que le cuir à forer ou à fendre se présente à son action, en s'avançant graduellement contre elle.

Un premier point que M. Pecqueur a cherché à résoudre, dans l'application de ce principe, était de faire en sorte que quoique la lame fût fixée à un manche animé d'un mouvement angulaire, l'extrémité de cette lame pût parcourir une ligne à peu près droite perpendiculaire à la direction du forage; cela est surtout nécessaire lorsque le parcours ou la longueur de la ligne doit être d'une certaine étendue.

Une autre difficulté qui était encore plus grande que la première, c'était de pouvoir augmenter ou diminuer à volonté la course de la lame, et surtout que cette variation se fît par la machine même, sans l'attention de l'ouvrier chargé de la conduire.

On va voir par quel mécanisme simple et ingénieux M. Pecqueur est parvenu à résoudre ces questions et à établir par suite des machines économiques et manufacturières. On les trouve réunies dans l'appareil propre à faire les gourdes ou les poires à poudre, représenté sur la pl. 15, en élévation de face fig. 1re, en plan vu en dessus fig. 2e, et en section verticale par l'axe fig. 3e.

PORTE-LAME ET SON MOUVEMENT. — La petite lame dont nous venons de parler est formée d'un petit couteau d'acier *a*, arrondi par le bout, et tranchant aussi bien sur les côtés qu'à la pointe. Fixée dans une entaille pratiquée à l'extrémité du manche cylindrique ou légèrement conique *b*, cette lame reçoit de celui-ci un mouvement de va-et-vient tout à fait particulier. Remarquons d'abord que le manche est solidaire par une partie large et méplate avec une douille en fer A, et une branche inférieure B.

La douille percée au centre reçoit un coussinet conique *c*, formé de deux ou trois pièces que l'on serre au degré convenable sur le goujon *d*, par un double écrou; ce goujon se prolonge au-dessus pour porter la poignée C, qui fait l'office de la manivelle, et au-dessous, pour servir de

touche mobile D, destinée à limiter la course imprimée à la manivelle, en se mettant en contact avec le gabarit dont nous parlerons plus loin. Le même goujon traverse l'œil du levier courbe en fer E, qui se relie par son autre extrémité au sommet de l'axe vertical F, auquel il imprime un mouvement angulaire ou circulaire alternatif, lorsqu'on fait marcher la manivelle C.

La branche coudée B, qui se prolonge sous le manche, se termine par une sorte de fourchette fermée, portant à l'intérieur de sa coulisse des petits coussinets *e*, qui embrassent le cône en deux pièces *c'* ajustées sur le goujon *d'*, lequel est fixé à la traverse avancée de la forte console en fonte G, qui maintient l'arbre vertical par le haut et par le bas, et se boulonne par quatre oreilles sur l'un des côtés du bâtis de fonte H de la machine.

Il résulte de cette disposition que lorsqu'on imprime un mouvement alternatif à la manivelle C, elle décrit un arc de cercle qui a pour centre celui de l'arbre vertical F, parce qu'elle est reliée à celui-ci par le levier courbe E; le goujon *d* décrit aussi le même arc, ainsi que la douille en fer A, qui l'entoure; mais par cela même que le porte-lame est solidaire avec la branche à fourche B, qui glisse par sa coulisse sur le goujon fixe *d'*, la lame ne décrit pas un arc de cercle, mais bien une ligne droite ou à très-peu près droite, comme on le voit sur le tracé en plan (fig. 2e); cette ligne est horizontale et perpendiculaire à l'axe du porte-lame, et par suite à l'axe du morceau de cuir *f* qu'il s'agit de percer ou de forer.

Ainsi, par une combinaison aussi simple qu'ingénieuse, la marche angulaire ou le mouvement circulaire alternatif de la manivelle est transformée sur le couteau en un mouvement rectiligne de va-et-vient. L'arbre vertical F est parfaitement maintenu, d'une part, à sa partie supérieure, par la traverse de la console G, et de l'autre à sa partie inférieure formant pivot, par la crapaudine cylindrique G' que l'on fixe à la traverse inférieure de la console G, à l'aide d'une bride et d'une vis de pression, et dont on règle la position exacte par une vis à soulager *f'*, taraudée dans une équerre en fer boulonnée sous la chaise.

Gabarit. — Pour que l'ouverture pratiquée dans l'épaisseur du cuir, pendant le travail, suive une forme plus ou moins élargie suivant l'objet que l'on veut produire, on limite la course de la manivelle, à chaque coup, au moyen d'un gabarit en fer ou en cuivre I d'une forme et d'une dimension déterminées préalablement. Ce gabarit est placé au-dessous du goujon mobile *d*, afin d'être touché sur les différents points de son contour intérieur par la touche D. Comme celle-ci fait corps avec la manivelle, elle suit le même mouvement, par conséquent elle touche l'intérieur du gabarit tantôt à droite et tantôt à gauche, et à cause de la forme même de celui-ci, l'amplitude du mouvement est plus ou moins prononcée, suivant que le contact a lieu à l'entrée, ou au milieu, ou à la fin de la courbe.

On comprend sans doute que cette amplitude ne peut varier qu'autant qu'on change à chaque passe la position du gabarit, ce qui s'effectue aussi

d'une manière fort simple par la machine même. A cet effet, le gabarit est fixé sur les parties prolongées de deux crémaillères parallèles *g*, avec lesquelles engrènent les pignons droits *h* montés sur l'axe du cylindre cannelé J. Par conséquent le mouvement est nécessairement proportionné à l'avancement du cuir, qui est lui-même entraîné par la rotation de ce cylindre et de celui supérieur K, entre lesquels il se trouve pincé près de la partie qui est attaquée par le bout de la lame.

AVANCEMENT DU CUIR. — Les deux cylindres J et K sont deux pièces importantes de la machine, habituellement en bronze pour ne pas tacher le cuir. Ils ne sont pas tous deux construits comme les cylindres alimentaires d'une carde ou d'un métier à filer; l'un, celui inférieur, porte sur son pourtour des cannelures angulaires disposées parallèlement aux génératrices du cylindre, afin de servir, dans sa rotation, à entraîner le cuir; l'autre au contraire, celui supérieur, porte une suite de cannelures circulaires, parallèles à la base, ayant pour but de retenir le cuir pendant le travail, de manière à le forcer malgré la pression latérale ou le mouvement horizontal du couteau, à rester constamment bien maintenu entre les deux cylindres, et à empêcher qu'il ne glisse dans le sens de leur longueur.

Le degré d'avancement du cuir est toujours proportionné à la vitesse ou au nombre de coups de couteau, parce que les cylindres qui le font marcher sont commandés par la machine. Ainsi, au bout de l'axe du cylindre inférieur est une roue d'angle L, qui engrène avec un pignon plus petit *i*, rapporté sur le sommet de l'axe vertical M (fig. 1re); vers la partie inférieure de cet axe est une roue droite *k* avec laquelle engrène un petit pignon *l* (fig. 2e), afin de retarder convenablement la marche du cylindre. L'axe de ce dernier pignon porte une roue à rochet *m*, dans les dents de laquelle s'engage un cliquet *n*, qui fait corps avec le mentonnet courbe N que l'extrémité d'un ressort méplat *n'* tient constamment appuyé contre le bout de la touche O, fixée sur le milieu de l'arbre vertical F. A chaque oscillation de cet arbre, le mentonnet, mû par la touche, force le cliquet à faire tourner la roue à rochet d'une ou de deux dents, et par suite le pignon *l* tourne d'une quantité proportionnelle, et transmet son petit mouvement, qui est encore retardé par les engrenages, au cylindre cannelé J.

Cette combinaison de mouvement est telle que la rotation du cylindre, et par suite l'avancement du cuir, est extrêmement lent, comparativement à la vitesse du couteau qui le sépare. Quoi qu'il en soit, cette rotation lente est transmise au cylindre supérieur par l'un des pignons *h*, qui engrène avec un pignon *h'* de même diamètre, rapporté sur le bout de l'axe de ce second cylindre.

Les deux cylindres superposés doivent pincer le cuir assez fortement pour pouvoir l'entraîner, comme on vient de le voir, par leur rotation intermittente, tout en l'empêchant de glisser sur les côtés, mais il ne faut pas cependant qu'ils le compriment trop, parce qu'il gênerait alors la marche

et l'action du couteau *a*. Il est donc utile, pour avoir une pression convenable, de pouvoir régler, d'une part, la position exacte du cylindre inférieur, et de l'autre, la charge du cylindre supérieur.

A cet effet, l'axe du premier cylindre est porté par les deux branches coudées d'une traverse en fer *o* (fig. 2 et 3) (1), forgée avec deux oreilles pour s'assembler à charnière, avec les deux supports *p* qui se boulonnent sur le devant de la table horizontale en fonte P. On soutient cette traverse, et par suite le cylindre, à la hauteur nécessaire, au moyen de deux vis verticales *q*. Ces supports sont montés à coulisse, afin d'approcher ou d'écarter le système et régler ainsi sa position exacte par rapport au couteau.

L'axe du second cylindre est aussi porté par les deux parties recourbées d'une autre traverse en fer de champ *r* qui, par son milieu, s'attache au levier à bascule Q, lequel oscille d'un bout sur un axe *s*, et s'accroche de l'autre dans l'œil d'un piton à crochet *t* qui s'agrafe dans l'anneau de la vis *u* taraudée dans l'épaisseur de la table. Cette disposition a l'avantage de permettre d'enlever le cylindre supérieur avec facilité et très-rapidement toutes les fois qu'une pièce de cuir est terminée, ce qui est utile, si on remarque que le travail s'effectue avec une grande célérité.

Quand le gabarit est arrivé à l'extrémité de sa course, ce qui a lieu lorsque le sommet ou la pointe *v* de la courbe intérieure est en contact avec la touche D, celle-ci, et par suite le goujon *d* et la manivelle C ne peuvent plus se mouvoir; l'opération est terminée, le morceau de cuir est percé au degré voulu et suivant la forme désirée; on le retire alors pour en mettre un autre que l'on fore de même, mais en ayant le soin, avant de recommencer l'opération, de ramener les crémaillères et le gabarit à leur position primitive, celle du plan fig. 2. Pour cela il suffit de soulever le cylindre cannelé supérieur et de repousser les crémaillères à la main, à moins qu'on ne préfère les faire marcher par le cylindre inférieur sur l'extrémité duquel on peut rapporter une manivelle qui permet de le faire tourner rapidement.

MANDRINAGE. — Les cuirs ainsi forés sur cette machine doivent encore évidemment subir une opération préalable pour pouvoir servir comme gourdes ou poires à poudre. Si l'entrée était aussi large que dans l'intérieur, on comprend qu'il suffirait de les passer sur un mandrin cylindrique, ayant la dimension convenable, comme cela a lieu pour des couvertures de cylindres de filature (fig. 4), pour des tuyaux ou pour une foule d'autres objets qui peuvent également se faire sur la machine, en changeant simplement le gabarit. Mais comme l'entrée est beaucoup plus étroite que l'intérieur, et que, de plus, le cuir n'est point percé à l'autre bout, on ne peut nécessairement pas employer le système de mandrinage

(1) Cette traverse et son support sont supposés enlevés sur la vue de face (fig. 1) pour laisser le cylindre, son axe et tout ce qu'il porte, entièrement apparents.

ordinaire. L'auteur a eu à ce sujet une idée fort ingénieuse qui mérite bien d'être citée; elle consiste à introduire par le goulot une poche en étoffe que l'on remplit de fine grenaille de fer, en quantité suffisante pour laisser au vase la contenance voulue. On ferme alors l'entrée hermétiquement au moyen d'un bouchon à vis, puis on enlève sur les bords extérieurs tout le cuir qui dépasse la surface, et enfin on passe la gourde ou le bidon ainsi garni et découpé, entre des matrices, de la forme fixée, afin de les soumettre à l'action d'une presse hydraulique, d'un balancier ou de tout autre appareil. Mais avant cette dernière opération, il est bon, afin de rendre l'objet ferme et imperméable, de le plonger dans un bain de cire blanche ou de toute autre substance grasse, et de chauffer les matrices et les grenailles à une température convenable, puis de presser immédiatement, comme nous venons de le dire.

On comprend, sans doute, qu'avec de l'habitude et par la division du travail, on arrive aisément, en fabrication, à produire rapidement, avec régularité et économie.

Fabrication des tuyaux. — Des machines spéciales, établies sur le principe de celle que nous venons de décrire, mais alors sans variation dans la course du couteau, pendant le travail, sont destinées à faire des tuyaux en cuir, d'une seule pièce, sans couture, forés de la même manière, sur des longueurs de 1 mètre à 1^{m} 30. Ces tuyaux sont raccordés par des viroles ou douilles en métal semblables à celle représentée fig. 5, et au moyen duquel la jointure se fait aisément : les deux extrémités des tuyaux à assembler viennent se rejoindre bout à bout dans le milieu du manchon, où on les relie d'abord par une forte couture, que l'on recouvre d'une lanière de peau, afin de renforcer le bourrelet et de le rendre assez élevé pour protéger le fil avec lequel on entoure ensuite fortement des deux côtés l'extrémité des deux tuyaux, depuis l'entaille de la douille jusqu'à la couture. Suivant les fabricants, ce mode de jointure a l'avantage d'occuper peu d'étendue et d'être à la fois très-solide et imperméable.

Pour calibrer ces tuyaux de cuir forés, on se sert d'un mandrin cylindrique en trois parties longitudinales, dont celle du milieu forme coin et permet, en la frappant, de grossir à volonté le tuyau dans de certaines limites sans déchirer le cuir. On arrondit les côtés du tuyau au moyen d'un rabot à fer concave, qu'on passe sur elles, lorsqu'il est monté sur son mandrin.

Quand le tuyau est destiné à éprouver des pressions assez élevées, on resserre les pores du cuir en y faisant pénétrer un mélange de suif et de poix fondue, chauffé préalablement ; on peut aussi employer de la cire, et dans certains cas, un enduit de caoutchouc.

Cylindres de filature. — L'application de ces cuirs forés sans couture aux cylindres de filature (fig. 4) ou aux rouleaux employés dans les presses typographiques et lithographiques, étant susceptible de prendre de l'extension, MM. Ruchet et comp. ont dû naturellement s'en occuper sérieu-

sement. A cet effet, ils ont ajouté à leur procédé mécanique de forage, des outils et des instruments spéciaux, pour compléter la fabrication.

Ainsi, lorsque le morceau de cuir destiné à servir d'enveloppe au cylindre est foré dans toute sa longueur, on doit d'abord rendre la surface intérieure uniforme et du calibre voulu; l'opération consiste simplement à placer le cuir dans l'espèce de boîte T représentée sur les fig. 6 et 7, où il est pincé comme entre deux coussinets, puis à introduire de force le couteau a', qui n'est autre qu'une sorte de coin à poignée que l'on pousse par bout. On lui donne ensuite la forme cylindrique au moyen du mandrin à expansion R, représenté sur les fig. 8 et 9. Ce mandrin se compose de trois parties, dont l'une, celle du milieu, forme coin, et les deux autres sont réunies à une branche recourbée faisant ressort. On comprend qu'en ouvrant ce mandrin lorsque le cylindre de cuir y est enfilé, on agrandit celui-ci jusqu'à ce qu'il ait le diamètre voulu.

On le transporte alors (tout monté sur son mandrin) sur le coussinet w du support S (fig. 10, 11 et 12), et on le promène sur ce coussinet pour que ses côtes saillantes soient rabotées et enlevées par le couteau tranchant x qui est arrondi en demi-cercle. On fait la même opération à l'intérieur, au moyen d'un second couteau x', arrondi en sens inverse et fixé sur le mandrin y, après avoir introduit le tube de cuir que l'on fait porter par l'extrémité des branches en fer U, lesquelles peuvent osciller autour de leur centre z, et sont tenues dans leur place respective par les ressorts à boudin V, qui ont leur point d'appui sur la table X. Si donc on pousse le mandrin porte-couteau y, par sa poignée, quand le tube est introduit, son couteau enlèvera à l'intérieur toutes les parties saillantes et formera une surface lisse et régulière dans toute son étendue.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A FORER LES CASQUES, SHAKOS, BIDONS, ETC.,

REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. 13 ET 14, PL. 15.

La seconde machine représentée en élévation et en plan sur les fig. 13 et 14 de la même pl. 15 est exécutée sur une échelle plus grande que la précédente, pour servir à forer ou à fendre des morceaux de cuir destinés à des objets d'assez grandes dimensions, tels que des shakos ou des casques pour les militaires; au lieu de marcher à la main, elle fonctionne par un moteur continu quelconque; sa construction, d'ailleurs, varie sur plusieurs points et mérite d'être également décrite.

Cylindres cannelés. — Pour peu que l'on examine ces figures avec quelque attention, on reconnaît bien que l'appareil présente dans différentes parties beaucoup d'analogie avec celles correspondantes de celui que nous venons de décrire. Ainsi les cylindres cannelés J et K, qui serrent le cuir et le font avancer contre l'action du couteau sont les mêmes que les premiers; seulement, ils sont d'une longueur sensiblement plus grande:

comme précédemment le premier est cannelé longitudinalement, et le second circulairement; leurs axes sont aussi portés par des traverses en fer recourbées, dont l'une, celle inférieure *o*, à rotule sur les petits supports *p*, est soutenue par les deux vis parallèles *q* que l'on règle à la fois par la roue dentée *q'*; et l'autre, celle supérieure Q, à charnière en *s*, s'agrafe au crochet *t*, pour tenir le cylindre K appuyé sur le cuir, au-dessus du cylindre J.

MOUVEMENT DES CYLINDRES CANNELÉS. — La rotation des cylindres, et par suite l'avancement du cuir sont continus, au lieu d'être intermittents. Ce mouvement est produit par une vis sans fin *n*, qui est solidaire avec l'arbre principal F, lequel sert d'arbre moteur à toute la machine; cette vis engrène avec la roue à hélice *m*, dont l'axe horizontal et oblique se prolonge en avant, pour porter aussi une vis sans fin *l*, laquelle commande la roue héliçoïde *k*, montée sur l'axe de la roue d'angle *i*. Cette dernière, qui tourne aussi très-lentement, remplace le pignon correspondant de la première machine, en engrenant avec la roue L qui est rapportée sur le bout de l'axe du cylindre inférieur J.

MOUVEMENT DU PORTE-COUTEAU. — L'arbre principal F, qui en haut est retenu par le collet G, et en bas tourne sur le pivot à vis G', porte une poulie à gorge C, par laquelle il doit recevoir son mouvement d'un moteur continu; mais afin de pouvoir l'arrêter à volonté, cette poulie est disposée à friction, de sorte qu'elle ne fait tourner l'arbre que lorsqu'on embraye, sur sa surface lisse et légèrement conique, la douille ou le manchon de friction C', lequel est fondu avec une gorge tournée, pour recevoir les branches de la fourchette d'embrayage c^2, reliée à un grand levier C^2, qui est constamment à la disposition de l'ouvrier chargé de la conduite de la machine.

Au sommet de cet arbre moteur est un disque à coulisse K, dans lequel s'ajuste le coulisseau B, qui porte d'un bout le bouton *c* auquel s'adapte la tête de la bielle B', et de l'autre l'écrou en deux pièces *c'*, traversé par la vis de rappel *d* (fig. 14). Cette vis a pour objet de faire mouvoir le coulisseau sur son disque, de manière à rapprocher son bouton du centre de celui-ci ou à l'en éloigner.

La bielle B' est assemblée par son autre extrémité au porte-lame en fer A qui, comme dans le précédent, est terminé par une partie conique et reçoit le petit couteau *a*, dont le mouvement doit être aussi en ligne droite parallèle à l'axe des cylindres cannelés. A cet effet, un coussinet *e* est rapporté à coulisse dans la partie extrême à rotule de ce porte-couteau pour lui permettre d'avancer ou de reculer d'une certaine quantité par rapport au pivot autour duquel il oscille; mais afin que ce mouvement de glissement puisse s'effectuer dans une proportion convenable, il est nécessaire de relier le porte-lame à un lien ou guide E' qui oscille autour du point *d'*, et en outre de le maintenir constamment dans le même plan horizontal, entre deux [illegible]ées T, boulonnées sur la partie supérieure du bâtis de

De cette disposition il résulte que lorsque l'arbre moteur est en mouvement le goujon *c*, ou le point d'attache de la bielle avec le disque, décrit une circonférence dont le rayon est égal à la distance de ce point au centre de l'arbre ou du disque ; ce mouvement de rotation est transformé par la bielle elle-même, à son autre extrémité, en mouvement alternatif, qui, à cause du guide E′ et du coussinet à coulisse *e*, est à peu près en ligne droite, et par suite le parcours du couteau *a* se fait lui-même, suivant une ligne qui est presque parallèle aux génératrices des cylindres cannelés.

L'amplitude de ce mouvement peut être augmentée ou diminuée par l'éloignement ou le rapprochement du goujon *c* par rapport au centre du disque ; or, on peut produire cette augmentation ou cette diminution par la marche de la vis de rappel *d* ; mais pour que cet effet ait lieu par la machine même et suivant des proportions ou des règles déterminées, on fait, comme précédemment, usage d'un gabarit ou d'un modèle I en bois ou en cuivre, qui, dans le cas actuel, fonctionne d'une manière différente, quoique remplissant le même but.

Ainsi ce gabarit est monté sur un axe vertical M, lequel reçoit un mouvement très-lent, proportionné à celui des cylindres, au moyen des deux petites roues droites *g*, *g′*, et du pignon *j* qui est rapporté sur l'axe de la roue hélïçoïde *k*. Contre la circonférence ou le champ du gabarit s'applique une touche D, qui se recourbe et descend s'attacher à l'arbre horizontal en fer N, dont l'autre extrémité porte la tringle inclinée R, laquelle s'élève jusqu'à la hauteur du cercle de fer S, qui est mobile sur les tourillons *s′*, pour varier, suivant l'inclinaison plus ou moins grande que ce cercle est susceptible de prendre, la marche ou la course de la vis de rappel. Et afin d'agir sur celle-ci, on la met en contact avec l'un des cliquets qui s'engagent dans les dents des deux petites roues à rochet *v* montées à l'extrémité de la vis et dentées en sens contraire, afin de faire tourner la vis soit à droite, soit à gauche ; par conséquent, dans la rotation très-lente du gabarit, dès que la touche D est en contact avec une partie excentrée de sa circonférence, la tringle fait tourner l'une des roues, et avec elle la vis de rappel dans le sens correspondant à sa denture, et par suite elle change le rayon de la manivelle ou la course de la bielle et du porte-couteau. Il est évident que ce changement peut s'opérer en plus ou en moins suivant la forme extérieure du gabarit ; et tant que la touche est en contact avec une partie concentrique à l'axe, il n'y a aucun déplacement, la course reste la même.

On voit donc que l'on peut également, par cette seconde machine, exécuter le forage de toutes sortes de pièces en cuir, en changeant simplement le gabarit qui doit modifier l'amplitude de la marche du porte-couteau. Par cela même qu'elle peut fonctionner d'une manière continue par un moteur inanimé sans le secours d'un homme, il suffit d'y placer le cuir, de régler la position du gabarit et de mettre en marche.

LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE

AVEC ROUES MOTRICES A L'ARRIÈRE,

(SYSTÈME CRAMPTON),

Construite par MM. DEROSNE et CAIL, à Paris,

(M. HOUEL, Ingénieur).

BALANCES-BASCULES A SIX PONTS,

Par MM. SAGNIER et Ce.

(PLANCHES 16, 17 ET 18.)

Depuis l'ouverture du chemin de fer du Nord, un grand nombre de locomotives ont été établies aux ateliers mêmes des diverses compagnies. C'est réellement à partir de cette époque que la construction française de ces appareils prit l'accroissement prodigieux qu'elle possède aujourd'hui. Les lignes du Nord, de Lyon, de Strasbourg, de l'Ouest, etc., sont pourvues maintenant d'un matériel national qui s'agrandira constamment, et qui sera la source incessante de travaux réguliers.

Nous cherchons toujours à tenir nos lecteurs au courant des nouveaux progrès de cette puissante branche de notre industrie ; aussi publions-nous aujourd'hui, comme nous l'avions annoncé, la locomotive à grande vitesse du système Crampton.

Cette machine n'est plus à l'état d'essai ; elle fonctionne convenablement sur plusieurs lignes, et est établie par MM. Derosne et Cail avec un soin et une régularité d'ensemble dont on a pu admirer le résultat à l'Exposition de cette année.

Stabilité et puissance, telles sont les deux conditions principales envisagées au point de vue de l'invention. La construction pratique est venue les sanctionner, de sorte qu'on peut considérer les machines que nous allons décrire, non-seulement comme des appareils remarquables par leur disposition nouvelle et l'effet qu'elles produisent, mais encore par leur construction sévère et raisonnée.

Nous avons accompagné la gravure de la machine Crampton d'un système complet de pesage de ces appareils, lequel a été exécuté par la maison Sagnier et Ce. Nous rendrons compte de cette combinaison après notre description principale, mais auparavant nous dirons quelques mots d'une étude faite, il y a quelques années, par M. L.-C. Sangnier, chef des ateliers d'Orléans, et nous publierons le mémoire qui nous a été adressé, comme réclamation, par M. Tourasse, ingénieur, et ancien directeur des ateliers du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon.

La machine locomotive proposée par M. Sangnier, en 1840, a ses roues motrices placées à l'arrière, comme dans la machine Crampton; seulement elles sont disposées en dedans du foyer, ce qui ne permet pas d'abaisser suffisamment le corps de la chaudière, et par suite le centre de gravité de tout l'ensemble. Les cylindres sont extérieurs et légèrement inclinés, et le changement de marche se produit par un seul excentrique. En définitive, on retrouve dans cette étude une grande analogie de mécanisme avec le système récemment proposé par M. Crampton, et adopté avec certains perfectionnements par les compagnies.

Nous faisons précéder le mémoire de M. Tourasse de la lettre qu'il nous écrivait dernièrement.

Paris, le 26 août 1849.

A Monsieur Armengaud aîné,

« Lorsque vous rendrez compte des machines qui ont figuré à l'Exposition, je vous prierai de vouloir bien faire remarquer que les deux locomotives qui ont été exposées cette année comportent plusieurs perfectionnements dont je crois avoir eu le premier l'idée.

« Ainsi, par exemple, la locomotive du système Crampton a ses cylindres placés entre les deux essieux de devant, et a sa boîte à feu renflée par le haut, de manière à permettre d'y adapter un plus grand nombre de tubes de chaleur. A la locomotive construite par M. Gouin pour le chemin de fer de Paris à Lyon, on a adopté pour l'essieu de l'arrière, le système de suspension avec un seul ressort en travers, ainsi que des roues motrices d'un plus grand diamètre que celles dont on s'était servi jusqu'alors pour des locomotives à roues connexées.

« Dès 1841, donc il y a déjà huit ans, j'ai eu l'occasion d'appliquer plusieurs de ces perfectionnements à la locomotive n° 25, que j'ai construite pour le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon. En les adoptant, j'avais principalement pour but : 1° d'éviter que le poids des cylindres fût en porte-à-faux, ainsi que de supprimer l'essieu coudé; 2° de diminuer l'écartement des roues extrêmes et faciliter par ce moyen le passage des courbes qui sont nombreuses sur ce chemin; 3° d'accélérer la vitesse de marche de la machine; 4° enfin, d'augmenter la surface de chauffe en procurant le moyen de placer un plus grand nombre de tubes de chaleur.

« La locomotive n° 25, que je destinais spécialement à la remonte des diligences de Givors à Saint-Étienne, était à six roues, dont quatre connexées portant 1m50 de diamètre, tandis que les plus grandes roues des autres machines appliquées sur ce même chemin, à cette époque, n'avaient que 1m30 de diamètre, et que le diamètre des roues de presque toutes les locomotives à marchandises, employées en France, depuis lors, n'est que de 1m22.

« La question de l'emploi des locomotives sur de fortes rampes, n'ayant pas encore, je crois, été traitée complétement, il me semblerait à propos, afin d'éviter d'être devancé par d'autres sur ce sujet, que vous voulussiez bien faire mention de mon travail dans la plus prochaine publication de votre Recueil, sauf à en citer plus tard les fragments que vous jugerez d'un intérêt suffisant.

« En publiant ces rectifications, vous aurez le mérite de prouver qu'en portant plus d'attention à ce qui se pratique en France, nos ingénieurs du gouvernement, attachés aux chemins de fer, ne sont point dans la nécessité de copier ce qui se fait à l'étranger.

« Agréez, je vous prie, etc.,

« TOURASSE,
« Ancien ingénieur-mécanicien du chemin de fer de
« Saint-Étienne à Lyon. »

LOCOMOTIVES A ROUES CONNEXÉES.

MOYENS A EMPLOYER POUR ARRIVER A LES UTILISER SUR DES RAMPES D'UN VINGTIÈME, PAR M. TOURASSE.

EXPOSÉ. — Il n'existe pas, quant à présent (1), d'ouvrage traitant spécialement des locomotives à roues connexées, appliqués à la remorque des marchandises; cela explique sans doute pourquoi un grand nombre de machines de ce système, employées en France jusqu'alors, ne se trouvent pas dans de parfaites conditions pratiques. Cependant l'extension qu'a prise le mouvement ou le trafic des chemins de fer rend leur emploi indispensable, et exige qu'on y apporte des améliorations ou des changements notables; surtout lorsqu'il s'agira de mettre les entreprises de chemins de fer à même de rivaliser avec avantage avec les voies navigables.

En 1834 ont paru pour la première fois, dans le *Portefeuille industriel*, les dessins et la description d'une locomotive de ce système.

MM. Armengaud frères ont donné, en 1839, dans leur ouvrage, ayant pour titre, *Industrie des chemins de fer*, les dessins d'une locomotive à quatre roues connexées (*la Victorieuse*). La description ne renferme aucun résultat pratique sur cette machine.

M. Lechatelier, dans son intéressant ouvrage, traitant des chemins de fer d'Allemagne, publié en 1845, cite bien des expériences qui peuvent servir à déduire les effets des locomotives à roues connexées appliquées sur des plans inclinés, mais il ne donne pas, selon nous, assez de détails sur leurs effets pratiques.

(1) Ce mémoire a été écrit en 1848.

Le Traité de M. de Pambour, enfin, quoique renfermant des documents d'une grande utilité, n'en contient pas encore de suffisants sur les fortes locomotives à roues connexées.

Le manque de renseignements exacts sur les effets pratiques des locomotives à roues connexées, nous a engagé à publier cette Notice, dans laquelle nous avons classé le résultat de nombreux faits dont nous avons été en partie témoin, ou que nous avons puisé dans des ouvrages qui méritent confiance.

Après avoir signalé les imperfections des locomotives à marchandises actuelles, à roues connexées, nous terminons cette Notice par la description de fortes machines que nous nous proposons de substituer à celles généralement employées, dans ces derniers temps, en France, à la remorque des marchandises.

En les composant, nous nous sommes imposé, pour principales conditions, d'obtenir des machines :

1° D'une grande puissance, sans porte-à-faux, qui, quoique très-pesantes, fatiguent moins le chemin que celles actuelles ;

2° Qui puissent marcher une assez grande vitesse et néanmoins remorquer de fortes charges ;

3° Dont la force ou la puissance soit sensiblement plus grande, comparativement à l'effet d'adhérence qu'il ne l'est ordinairement, en France, pour les machines de ce système ;

4° Dont le poids adhérent, ainsi que la force de traction, *soit susceptible de varier à volonté ;*

5° Dont les dispositions et les dimensions des chaudières permettent d'y placer une grande quantité de tubes de chaleur, et ne nécessitent pas des tubes d'une trop grande longueur.

Description sommaire. — Le mécanisme des locomotives étant connu, celui des locomotives à marchandises n'ayant rien de particulier que les bielles de connexion, et notre intention n'étant pas d'entrer dans des détails au sujet du mécanisme, nous décrirons simplement les dispositions principales de ces machines, affectées spécialement à la remorque des marchandises.

Dans les premiers temps, les locomotives à roues connexées étaient à essieu coudé, à cylindres intérieurs inclinés, placés sur le devant de la machine et logés dans le bas du coffre de la cheminée. Ces machines n'avaient que deux paires de roues placées dessous la chaudière ; quant à celles à six roues connexées, à essieu coudé, la troisième paire de roues se trouvait entièrement à l'arrière, dessous le palier du machiniste.

L'écartement entre les deux essieux des extrémités de ces dernières machines n'était que de 3^{m} 40. Dans le but de diminuer davantage cet écartement, on abandonna cette disposition, qui avait cependant le mérite essentiel d'éviter que le coffre du foyer fût en porte-à-faux, pour adopter celle à cylindres extérieurs et horizontaux, à trois paires de roues, placées dessous la chaudière.

En donnant la préférence à cette nouvelle disposition, on ne s'aperçut pas probablement : 1° que le poids des cylindres et celui du coffre du foyer étaient en porte-à-faux ; 2° que ces machines *galoperaient* et manqueraient de stabilité en marche ; 3° qu'en y adaptant des roues d'un trop petit diamètre, la machine manquerait de vitesse, ou que le générateur ne fournirait pas assez de vapeur pour arriver à la vitesse nécessaire ; 4° enfin, que cette disposition de locomotive serait intolérable pour des machines d'une plus grande puissance, conséquemment plus

lourdes, si l'on tenait, ce qui ne peut pas être mis en doute, à ne point écraser les rails ni trop fatiguer le chemin.

Du poids des locomotives a roues connexées. — Lorsque les directeurs du chemin de fer de Manchester à Liverpool eurent l'heureuse idée de proposer le concours qui eut lieu en 1829, on était loin de prévoir toutes les conséquences résultant du poids des locomotives. Aussi les conditions imposées aux concurents portaient-elles que les machines devraient parcourir au moins douze kilomètres à l'heure, en tirant trois fois leur poids, qui ne devait point excéder 6,000 kilog.

Depuis, la pesanteur des locomotives a toujours été en augmentant. M. Brunel, selon divers rapports, en aurait construit, il y a déjà quelque temps, dont le poids s'élèverait à 36,000 kilog.

Le maximum d'effet qu'on obtient des locomotives à roues connexées, quelle que soit leur force ou leur puissance dynamique, dépendant exclusivement de leur pesanteur; nous allons indiquer le poids de quelques machines proposées pour exemples.

Les premières locomotives à quatre roues connexées appliquées en France, pesaient de 8,800 à 9,500 kilog.; plus tard on accrut leur poids jusqu'à 13,000 kilog. Ce poids ayant été jugé insuffisant, ainsi que la force des machines, on l'éleva jusqu'à 19,600 kilog., on fit les machines plus puissantes et on les fit porter sur six roues; enfin, les locomotives à six roues accouplées du chemin de fer du Nord, pèsent en ce moment 22,000 à 23,000 kilog.

De l'adhérence. — Avant de passer aux effets des locomotives à roues connexées, il est essentiel de se rendre compte des effets et de l'importance de l'adhérence.

Le seul point d'appui des locomotives se trouve dans l'adhérence de leurs roues sur les rails. Si l'adhérence n'était pas suffisante, la force de la vapeur ferait bien tourner les roues; mais celles-ci, glissant sur les rails au lieu d'y adhérer, tourneraient sur elles-mêmes et la machine resterait en place.

Plus la charge que traîne une locomotive est considérable, plus elle doit développer de force; plus par conséquent elle doit rencontrer de résistance dans le point sur lequel elle s'appuie pour avancer.

L'adhérence étant indispensable à la création du mouvement progressif, pour qu'une locomotive puisse tirer une charge donnée, il faut deux conditions : 1° que les dimensions et proportions de la machine, particulièrement celles de son générateur de vapeur, la rendent capable de produire sur les pistons la pression nécessaire, ce qui constitue la force ou puissance proprement dite de la machine; et 2° que le poids de la machine, porté par les roues motrices, soit tel qu'il y ait une adhérence suffisante des roues sur les rails. Ces deux conditions de puissance et de poids doivent être d'accord ensemble, car, ainsi que l'observe, avec juste raison, M. de Pambour, dans son *Traité sur les locomotives*, s'il y a excédant de force de vapeur et peu d'adhérence, celle-ci limitera les effets de la machine et il y aura vapeur perdue; et s'il y a trop de poids pour la vapeur, ce poids deviendra dans tout le mouvement un inutile fardeau, puisque la limite de la charge sera marquée alors par la vapeur.

On s'écarte habituellement beaucoup de cette règle dans les locomotives à voyageurs; aussi quelque attention qu'apportent les machinistes à ne point trop ouvrir la mise en train, au moment du départ, évitent-ils rarement que les roues ne glissent sur les rails, avant que le convoi ne soit en mouvement. Cela ne paraîtra pas éton-

nant, si l'on considère que la capacité des cylindres des locomotives à voyageurs établis dans ces derniers temps est environ deux fois et demie plus grande par rapport à leur adhérence que la capacité des cylindres des machines affectées à la remorque des marchandises.

La mesure des effets de l'adhérence varie de 1/6 à 1/20 du poids porté par les roues motrices; elle dépend beaucoup de l'état des rails et de celui de l'atmosphère. La plus grande adhérence s'obtient quand les rails sont entièrement secs ou tout à fait mouillés; dans le cas le plus défavorable, lorsque les rails sont humides et gras, l'effet de l'adhérence descend, selon Wood et M. de Pambour à 1/20 du poids adhérent.

De la charge sur les essieux. — On ne paraît pas encore entièrement fixé sur le maximum de charge qu'on peut faire porter aux essieux et roues des locomotives. Dans le but d'éviter l'écrasement des rails et de moins fatiguer la voie, on s'attache assez généralement en Allemagne, à l'exemple de ce qui se pratique en Amérique, à réduire le plus possible la charge portée par les essieux. Ce système oblige à ne traîner que de faibles convois, à multiplier le nombre de machines en service, ainsi que le nombre des machinistes et chauffeurs. Il en résulte aussi que les roues des machines glissant fréquemment sur les rails, leurs bandages s'usent plus tôt que s'ils portaient une plus forte charge.

Le poids des fortes locomotives à quatre roues connexées est de 13,000 à 15,000 kilog., dont la charge sur les essieux varie de 6,000 à 8,000 kilog. Cette charge est encore beaucoup accrue par l'effet dit de *galop*. Pour remédier à ce dernier défaut, on ajoute parfois à ces machines une troisième paire de roues d'un plus petit diamètre; ne pouvant être connexées, ces roues deviennent une annexe inutile, même nuisible, sous le rapport de l'adhérence, en ce que le peu de charge qu'on est obligé de leur faire porter, pour éviter qu'elles quittent la voie, réduit d'autant la puissance d'adhérence de la machine.

Les locomotives les plus puissantes à trois paires de roues connexées, appliquées en France jusqu'alors (1848), pèsent 23,000 kilog.; si l'on admet cette charge uniformément répartie, cela fait 7,660 kilog. par essieu. M. Brunel, comme nous l'avons déjà observé, a construit, il y a déjà quelque temps, des locomotives à huit roues pesant 36,000 kilog., ce qui porte la charge moyenne par essieu à 9,000 kilog.

Jusqu'à présent la charge ordinaire de l'essieu moteur des fortes locomotives à voyageurs, appliquées en France, est censé n'être que de 10,000 à 11,000 kilog. En supposant que ce chiffre ne soit point dépassé, ce qui est peu probable, nous ne voyons pas pourquoi on hésiterait de charger du même poids les essieux des locomotives à marchandises, dont la vitesse de marche est toujours sensiblement moins grande que celle des machines de voyageurs.

Cette charge ou puissance d'adhérence une fois admise, et en adoptant un écartement d'essieu à peu près semblable à celui des machines du système Crampton, l'emploi des locomotives sur de fortes rampes se trouve résolu.

Du poids adhérent et des moyens de l'augmenter tout en réduisant le poids mort. — Ainsi qu'on l'a observé en traitant de l'adhérence, le poids adhérent de toute locomotive doit être en rapport avec sa force motrice.

Dans les cas ordinaires, on ne peut que difficilement élever le poids adhérent des très-fortes locomotives à marchandises en proportion de leur puissance, surtout lorsqu'on tient à élever ce poids jusqu'à 9,000 et 10,000 kilog. par essieu.

Convaincu que ce poids est nécessaire pour arriver à utiliser convenablement les locomotives sur de très-fortes rampes, non moins convaincu aussi qu'en répartis-

sant comme il faut le poids des machines sur leurs essieux, et qu'en évitant les poids en porte-à-faux, des locomotives ainsi disposées ne fatigueront pas, à beaucoup près, autant la voie que des machines moins pesantes dont partie de son poids serait en porte-à-faux ou mal réparti sur les essieux, on va indiquer deux moyens d'augmenter à volonté la force d'adhérence en réduisant le poids mort.

Le premier consiste à mettre un réservoir d'eau d'alimentation pour ainsi dire à cheval dessus la chaudière; le second à faire porter par la locomotive une portion du poids du tender.

Si l'on peut donner à un tel réservoir une capacité assez considérable pour compléter le poids nécessaire à l'adhérence d'une locomotive à six roues connexées, il serait certainement difficile d'arriver sans inconvénients à lui en donner une assez grande pour compléter le poids adhérent d'une locomotive à huit roues connexées.

Dans son état normal, même en outrant ses proportions, on estime qu'une forte locomotive à huit roues connexées, destinée à fonctionner sur un chemin de fer de petite largeur ou de 1m 44, ne doit peser, y compris son eau et son combustible, qu'environ.. 28,000 kilog.

Pour atteindre 36,000 kilog. il faudrait donc la surcharge de 8,000 kilog., ce à quoi on peut parvenir : 1° au moyen d'un réservoir d'eau d'alimentation supplémentaire, de trois mètres cubes, placé dessus la chaudière, pesant tout compris.................. 4,500

2° En faisant supporter par la machine, ainsi que nous l'avons pratiqué, portion du poids du tender, soit...................... 3,500

Total.......... 36,000 kilog.

Sur des chemins où les rampes ont trop de longueur pour être franchies par la vitesse acquise, on comprend facilement l'efficacité de ces moyens et l'usage qu'on en peut faire. Ainsi, à l'arrivée des convois en bas des rampes, on emplira le réservoir supplémentaire et l'on tournera la vis servant à faire porter par la machine portion du poids du tender. A la descente, au contraire, on videra complétement le réservoir supplémentaire et l'on desserrera la vis de sorte que la machine sera allégée de 6,500 kilog., et que le poids moyen porté par chaque essieu sera réduit à 7,375 kilog.

Le système de locomotive, *de poids variable*, présente en outre l'avantage de pouvoir se servir de rails moins forts, pour les portions de chemin en plaine ou faiblement inclinés, que pour les parties en montagne; tandis que par les procédés ordinaires, soit avec des machines d'un poids constant, les rails doivent être forcément d'égale résistance sur toute l'étendue du chemin.

EFFETS PRATIQUES DES LOCOMOTIVES A ROUES CONNEXÉES, *dites* MACHINES A MARCHANDISES.

Sans avoir égard à leur puissance, les effets de ces machines sont proportionnés à leur force d'adhérence, ou au poids porté par leurs roues motrices. Ce principe ne devant jamais être perdu de vue, nous comparerons les effets obtenus de chaque machine, à leur puissance d'adhérence, dans toutes les expériences que nous allons décrire.

Avant de procéder à la description des effets pratiques des machines prises pour exemple, on a jugé utile de dresser le tableau suivant, indiquant leurs principales dimensions (1).

(1) Ce tableau étant le résumé complet des expériences qui ont servi de base au travail de M. Tourasse, nous avons supprimé ces préliminaires pour éviter de donner trop d'étendue à notre citation. (Ar.)

DIMENSIONS PRINCI

DÉSIGNATION des CHEMINS où les machines sont appliquées.	INDICATION des machines.	APPAREIL A VAPEUR. CHAUDIÈRES. Diamètre.	CHAUDIÈRES. Longueur.	TUBES DE CHALEUR. Nombre.	TUBES DE CHALEUR. Diamètre.	TUBES DE CHALEUR. Longueu
		Mètres.	Mètres.	»	Millimètres. Intérieur.	Mètres.
SAINT-ÉTIENNE à LYON.	A.	0,84	2,07	102	38	2,07
	B.	0,95	2,40	86	45	2,40
	C.	1,10	2,50	121	45	2,50
	D.	0,94	2,50	96	45	2,50
LIVERPOOL à MANCHESTER.	E.	0,92	2,40	65	41	2,40
NORD.	F.	0,97	3,60	126	45	3,60
ROUEN à PARIS.	H.	»	3,37	132	40	3,37
ROUEN à PARIS.	J.					
SAINT-GERMAIN.	K.	»	3,90	113	49	3,90
BRUNSWICK à HARZBURG.	L.	»	»	»	»	»

EFFETS PRATIQUES ET FORCE DE DIVERSES LOCOMOTIVES A ROUES CONNEXÉES, DITE

	INDICATION des CHEMINS et DES LOCALITÉS.	PENTES et INCLINAISON de LA VOIE.	CHARGE BRUTE ou POIDS MOYEN des CONVOIS. Réelle.	CHARGE BRUTE. Rapportée au niveau (1).	VITESSE moyenne de marche par heure.	INDICATION des machines et des séries d'expériences.	CAPACITÉ des deux cylindres en litres ou kilogram.	DU … l'intr… ti… la v… dan… cyli…
			Tonneaux.	Tonneaux.	Mètres.	Sér. Mach.	Litres.	Co
SAINT-ÉTIENNE A LYON.	GIVORS à LAMULATIÈRE.	Montée de 5 dix millièmes sur 18 kilom., et de 3 millièmes sur 1,400 mètres.	109,5	128 / 181	14,176	1re. A.	57,90	En
			156,0	192 / 270	15,198	1re. B.	66,36	I
	GIVORS à RIVE-DE-GIER.	Montée de 6 miles sur 13 kilom., et montée de 8 miles sur 800 m.	71,4	171 / 199	12,485	2e. B.	66,36	I
	GIVORS à LAMULATIÈRE.	Comme ci-dessus.	230,0	283 / 298	15,000	1re. C.	96,96	I
	GIVORS à RIVE-DE-GIER.	Comme ci-dessus.	99,9	239 / 279	13,282	2e. C.	96,96	
	GIVORS à LAMULATIÈRE.	Comme ci-dessus.	125,5	133 / 212	16,210	1re. D.	77,86	
	GIVORS à RIVE-DE-GIER.	Comme ci-dessus.	65,6	157 / 183	12,857	2e. D.	77,86	
ANGLETERRE.	Plan incliné de Cherkerb.	Montée de 33,3 miles sur 2,413 mètres.	28,65	225	17,700	3e. D.	77,86	
	LIVERPOOL à MANCHESTER.	Montée de 7,7 dix miles sur 8,849 mètres.	198,0	229	16,644	4e. E.	67,00	
NORD.	VALENCIENNES à PARIS.	Rampes diverses, mais n'excédant pas 5 miles.	245,5	491	22,000	5e. F.	151,68	
ROUEN.	ROUEN aux BATIGNOLLES.	Les plus fortes rampes sont de 3 millièmes.	218,0	349	21,894	6e. H.	113,40	Ava… reco… des t…
St-GERMAIN.	DU PECQ à SAINT-GERMAIN.	Rampes de 0 à 35 miles sur 900 mètres.	58,0	464	»	8e. K.	149,42	2
HANOVRE	BRUNSWICK à HARZBURG.	Rampes de 9,7 à 21,7 miles sur 7,767 mètres.	87,0	482 / 523	»	9e. L.	151,60	

(1) *D'après les principales rampes du chemin.*

OUR EXEMPLE.

	POIDS De la machine en marche.	POIDS Porté par les roues motrices.	CYLINDRES A VAPEUR. Diamètre.	CYLINDRES A VAPEUR. Course.	ÉPOQUE de leur mise en activité.	CONSTRUCTEURS.
	Kilog.	Kilog.	Mètres.	Mètres.		
	9,250	9,200	0,28	0,44	1835 à 1838	Jackson, Edwards, Schneider frères.
	13,200	13,200	0,30	0,41	1838 à 1841	Tourasse.
	19,500	19,500	0,36	0,42		
	10,773	6,300	0,295	0,54	1842	Hick et fils, De Bolton.
	11,580	8,000	0,305	0,405	»	Inconnu.
	23,000	23,000	[illegible]	0,64	1846	Gouin et Ce, Cavé frères, Caille et Ce.
	16,230	14,000	0,356	0,509	1843	Allcard et Buddicom.
	22,000	22,000	0,38	0,60	1846	Eug. Flachat.
	17,000	17,000	0,38	0,609	1843	Stephenson.

MPARÉES A LA CAPACITÉ DE LEURS CYLINDRES, AINSI QU'A LEUR POIDS ADHÉRENT.

PRATIQUES ... Maximum.	FORCE de traction des machines d'après le calcul, exprimée en kilogram.	COMPARAISON ou rapport des effets et de la force des machines, à la capacité de leurs cylindres, exprimée en litres ou kilogrammes. Aux effets pratiques. Maximum. *a.*	A la force de traction. *b.*	A la force de l'adhérence. *c.*	RAPPORT du POIDS ADHÉRENT. Aux effets pratiques. Maximum. *d.*	A la force de traction. *e.*	ÉPOQUES et DURÉE des EXPÉRIENCES.
Kilog.	Kilog.	: : 1 :	: : 1 :	: : 1 :	: : 1 :	: : 1 :	
907	882	15,67	13,88	159,75	10,19	[illegible]	1836 à 1843.
1351	1091	20,35	16,44	198,91	9,77	12,09	1836 à 1843.
1000	1091	14,62	16,44	198,91	13,25	12,09	1836 à 1843.
[illegible]	1692	20,54	16,42	201,11	9,78	11,58	1841 à 1843.
1399	1692	13,39	16,42	201,11	13,23	11,58	1841 à 1843.
[illegible]	1479	13,62	18,99	80,91	5,38	4,27	Juillet à Décembre 1842.
918	1479	11,79	18,99	80,91	6,86	4,27	
1126	1479	13,02	18,99	80,91	6,21	4,27	Juillet 1841.
1145	1034	17,09	15,43	90,97	7,74	7,73	Juillet 1834.
2700	2768	17,80	18,24	151,64	8,55	8,35	Année 1847.
1744	2011	15,38	17,73	153,80	8,03	6,96	Année 1846.
[illegible]	2722	15,85	18,21	147,23	9,25	8,08	Juin 1846.
2642	2452	17,43	16,17	112,13	6,43	6,93	Octobre 1843.

DÉSIGNATION des CHEMINS où les machines sont appliquées.	INDICATION des machines.	APPAREIL A VAPEUR. CHAUDIÈRES. Diamètre.	CHAUDIÈRES. Longueur.	TUBES DE CHALEUR. Nombre.	TUBES DE CHALEUR. Diamètre.	Longueu
		Mètres.	Mètres.	»	Millimètres. Intérieur.	Mètres.
SAINT-ÉTIENNE à LYON.	A.	0,84	2,07	102	38	2,07
	B.	0,95	2,40	86	45	2,40
	C.	1,10	2,50	121	45	2,50
	D.	0,94	2,50	96	45	2,50
LIVERPOOL à MANCHESTER.	E.	0,92	2,40	65	41	2,40
NORD.	F.	0,97	3,60	126	45	3,60
ROUEN à PARIS.	H.	»	3,37	132	40	3,37
ROUEN à PARIS.	J.					
SAINT-GERMAIN.	K.	»	3,90	113	49	3,90
BRUNSWICK à HARZBURG.	L.	»	»	»	»	»

EFFETS PRATIQUES ET FORCE DE DIVERSES LOCOMOTIVES A ROUES CONNEXÉES, DITE

	INDICATION des CHEMINS et DES LOCALITÉS.	PENTES et INCLINAISON de LA VOIE.	CHARGE BRUTE ou POIDS MOYEN des CONVOIS. Réelle.	Rapportée au niveau (1).	VITESSE moyenne de marche par heure.	INDICATION des machines et des séries d'expériences.	CAPACITÉ des deux cylindres en litres ou kilogram.	DI l'int t la da cyl
			Tonneaux.	Tonneaux.	Mètres.	Sér. Mach.	Litres.	C
SAINT-ÉTIENNE A LYON.	GIVORS à LAMULATIÈRE.	Montée de 5 dix milliemes sur 18 kilom., et de 3 milliemes sur 1,100 metres.	109,5	128 181	14,176	1re. A.	57,90	E
			156,0	192 270	15,198	1re. B.	66,36	
	GIVORS à RIVE-DE-GIER.	Montée de 6 miles sur 13 kilom., et montée de 8 miles sur 800 m.	71,4	171 199	12,485	2e. B.	66,36	
	GIVORS à LAMULATIÈRE.	Comme ci-dessus.	230,0	283 298	15,000	1re. C.	96,96	
	GIVORS à RIVE-DE-GIER.	Comme ci-dessus.	99,9	239 279	13,282	2e. C.	96,96	
	GIVORS à LAMULATIÈRE.	Comme ci-dessus.	125,5	133 212	16,210	1re. D.	77,86	
	GIVORS à RIVE-DE-GIER.	Comme ci-dessus.	65,6	157 183	12,857	2e. D.	77,86	
ANGLETERRE.	Plan incliné de Cherkerb.	Montée de 33,3 miles sur 2,413 mètres.	28,65	225	17,700	3e. D.	77,86	
	LIVERPOOL à MANCHESTER.	Montée de 7,7 dix miles sur 8,849 mètres.	198,0	229	16,644	4e. E.	67,00	
NORD.	VALENCIENNES à PARIS.	Rampes diverses, mais n'excédant pas 5 miles.	245,5	491	22,000	5e. F.	151,68	2
ROUEN.	ROUEN aux BATIGNOLLES.	Les plus fortes rampes sont de 3 millièmes.	218,0	349	21,894	6e. H.	113,40	Avan recou desti
St-GERMAIN.	Du PECQ à SAINT-GERMAIN.	Rampes de 0 à 35 miles sur 900 mètres.	58,0	464	»	8e. K.	149,42	2/
ANOVRE	Br	21,7 tres. in.	87,0	482 523	»	9e. L.	151,60	

…ES POUR EXEMPLE.

…ICES.	POIDS		CYLINDRES A VAPEUR.		ÉPOQUE de leur mise en activité.	CONSTRUCTEURS.
Diamètre.	De la machine en marche.	Porté par les roues motrices.	Diamètre.	Course.		
Mètres.	Kilog.	Kilog.	Mètres.	Mètres.		
1,30	9,250	9,250	0,28	0,44	1835 à 1838	Jackson, Edwards, Schneider frères.
1,30	13,200	13,200	0,30	0,41	1838 à 1841	Tourasse.
1,30	19,500	19,500	0,36	0,42		
1,24	10,773	6,300	0,295	0,54	1842	Hick et fils, De Bolton.
1,525	11,580	8,000	0,305	0,405	»	Inconnu.
1,22	23,000	23,000	0,380	0,61	1846	Gouin et C[e], Cavé frères, Caille et C[e].
1,37	16,230	14,000	0,356	0,509	1843	Allcard et Buddicom.
1,20	22,000	22,000	0,38	0,60	1846	Eug. Flachat.
1,448	17,000	17,000	0,38	0,600	1843	Stephenson.

…ES, COMPARÉES A LA CAPACITÉ DE LEURS CYLINDRES, AINSI QU'A LEUR POIDS ADHÉRENT.

EFFETS PRATIQUES des MACHINES.		FORCE de traction des machines d'après le calcul, exprimée en kilogram.	COMPARAISON ou rapport des effets et de la force des machines, à la capacité de leurs cylindres, exprimée en litres ou kilogrammes.			RAPPORT du POIDS ADHÉRENT.		ÉPOQUES et DURÉE des EXPÉRIENCES.
Ordinaires	Maximum.		Aux effets pratiques. Maximum. *a.*	A la force de traction. *b.*	A la force de l'adhérence. *c.*	Aux effets pratiques. Maximum. *d.*	A la force de traction. *e.*	
Kilog.	Kilog.	Kilog.	: : 1 :	: : 1 :	: : 1 :	: : 1 :	: : 1 :	
640	907	882	15,67	13,88	159,75	10,19	11,00	1836 à 1843.
961	1351	1091	20,35	16,44	198,91	9,77	12,09	1836 à 1843.
857	1000	1091	14,62	16,44	198,91	13,25	12,09	1836 à 1843.
1418	1903	1692	20,54	16,42	201,11	9,78	11,58	1841 à 1843.
1199	1399	1692	13,39	16,42	201,11	13,23	11,58	1841 à 1843.
767	1061	1479	12,62	18,99	80,94	5,38	4,27	Juillet à Décembre 1842.
787	918	1479	11,79	18,99	80,94	6,86	4,27	
»	1126	1479	13,02	18,99	80,94	6,21	4,27	Juillet 1844.
993	1145	1034	17,09	15,43	90,97	7,74	7,73	Juillet 1834.
1227	2700	2768	17,80	18,24	151,64	8,55	8,35	Année 1847.
»	1744	2011	15,38	17,73	153,80	8,03	6,96	Année 1846.
»	2380	2722	15,85	18,21	147,23	9,25	8,08	Juin 1846.
2412	2642	2452	17,43	16,17	112,13	6,43	6,93	Octobre 1843.

Les chiffres indiquant la force de traction des machines d'après le calcul, s généralement plus élevés que ceux représentant les effets pratiques *ordinair* cela provient de ce que dans les calculs on admet que la vapeur agit à une tens plus forte que cela n'a lieu réellement dans le cours du service, et que pour c server en tout temps aux machines une vitesse régulière, ainsi que pour qu'e puissent surmonter les résistances accidentelles, provenant, soit des différences niveau, du mauvais état du chemin, du matériel, etc., on limite le poids des c vois un peu au-dessous de leur force.

Les anomalies qui se rencontrent dans les nombres portés aux colonnes, *a* *c*, *d* et *e* du tableau précédent s'expliquent de plusieurs manières :

1° De ce que les machines A fonctionnaient sous une trop faible pression.

2° De la trop petite capacité des cylindres des machines B et C par rappo leur force d'adhérence, et de ce qu'elles fonctionnaient aussi sous une trop fa pression.

3° De ce que les machines D étaient dans des conditions contraires, c'est-à- que leurs cylindres étaient trop grands en raison de leur force d'adhérence.

4° Enfin, de ce que les machines F, H et K fonctionnaient à détente, ta que dans les autres, la vapeur était introduite pendant toute la course du pisto

Malgré la confiance que mérite tout ce qui émane de M. Lechatelier, il y a de présumer que la machine L, lorsqu'il l'a vue marcher, agissait sous une pres plus forte que celle indiquée, pour qu'elle ait pu produire des effets maxim aussi considérables. D'un autre côté, il est à remarquer que les effets de c machine sont déduits d'une seule expérience, au lieu que, pour les autres, ce s les résultats d'effets moyens obtenus journellement.

Quant à l'excès d'effets maximum, entre Givors et Lyon, des machines B e il provient de ce que ces effets se rapportent à ceux obtenus sur une ramp peu de longueur, qui était la plupart du temps, franchie en partie par l'effet d vitesse acquise.

Le tableau qui précède peut servir à déterminer la force de traction, ainsi les dimensions des cylindres de toutes locomotives fonctionnant dans les mê conditions que celles qui figurent au tableau.

La force de traction d'une locomotive s'obtient en multipliant la capacité de cylindres par le coefficient indiquant le rapport de la force de traction à la cap des cylindres.

Exemple : La force de traction d'une locomotive semblable à celle F, fonct nant sous une même pression, dont la capacité des cylindres serait de 250 lit égale 250 $\times$ 18,24, soit 4,500 kilogrammes.

La capacité des cylindres d'une locomotive s'obtient en opérant d'une man inverse, c'est-à-dire, en divisant le chiffre indiquant sa force de traction pa coefficient représentant cette force.

Exemple : La capacité des cylindres d'une locomotive semblable à celle fonctionnant sous une même pression, devant produire des effets de tractio 2,011 kilogr. égale $\frac{2{,}011}{17{,}73}$ soit 113,41 litres.

VITESSE DE MARCHE DES LOCOMOTIVES A MARCHANDISES DU CHEMIN DE FER DU NORD, DE VALENCIENNES A PARIS, D'APRÈS L'ORDRE DU SERVICE.

DÉSIGNATION DES LOCALITÉS.	DISTANCE.	DURÉE DU PARCOURS.	VITESSE MOYENNE DE MARCHE PAR HEURE.	PENTES DU CHEMIN.
	mètres.	heures, minutes.	kilomètres.	
Valenciennes à Douai......	36000	1,35	22,740	Très-faibles montées et descentes.
Douai à Arras............	26000	1,10	22,208	Montées dont plusieurs de 3 à 4 millimètres.
Arras à Archies..........	17700	0,50	21,240	Montées diverses dont plusieurs de 4 à 5 millim. par mètre.
Archies à Amiens.........	49800	2,25	20,607	Descentes.
Amiens à Breteuil........	35700	1,35	22,530	Montées diverses dont plusieurs de 3 à 4 millim. par mètre
Breteuil à Clermont.......	29700	1,25	20,970	Descentes.
Clermont à Pontoise......	53400	2,45	21,794	Descentes et niveau.
Pontoise à Paris..........	28700	1,15	22,962	Montées de 3,73 et 4 millim. et descentes.
	277000	11,40	175,051	

VITESSE DE MARCHE DES LOCOMOTIVES A MARCHANDISES DU CHEMIN DE FER DU HAVRE A ROUEN, D'APRÈS L'ORDRE DU SERVICE RÉGULIER.

DÉSIGNATION DES LOCALITÉS.	DISTANCE.	DURÉE DU PARCOURS.	VITESSE MOYENNE DE MARCHE PAR HEURE.	PENTE DU CHEMIN.
	mètres.	heures, minutes.	kilomètres.	
Havre à Harfleur.........	6000	0,20	18,000	Rampes.
Harfleur à Saint-Romain..	11000	0,38	17,376	Rampe de 8 millim. par mètre.
Saint-Romain à Motteville.	41000	1,46	23,208	Montées et descentes diverses.
Motteville à Rouen.......	31000	1,15	24,807	Descentes.
	89000	3,19	83,391	

La vitesse que peuvent prendre les locomotives avec des charges données dépendant essentiellement de leur force de vaporisation, nous avons dressé le tableau suivant indiquant la vitesse pratique, la charge et la force de vaporisation de plusieurs locomotives à marchandises.

VITESSE PRATIQUE, CHARGE ET FORCE DE VAPORISATION DE DIVERSES LOCOMOTIVES APPLIQUÉES A LA REMORQUE DES MARCHANDISES.

INDICATION des CHEMINS.	DÉSIGNATION des MACHINES et des EXPÉRIENCES.		VITESSE moyenne de marche par heure.	CHARGE BRUTE OU POIDS DES CONVOIS		FORCE DE vaporisation par heure en mètres cubes d'eau.	SURFACE de chauffe réduite.	PRESSION effective de la vapeur dans la chaudière.
				réelle.	rapportée au niveau.			
	expériences,	machines	kilom.	tonneaux	tonneaux	mètres cubes	m. quarr.	atmosphère
Saint-Étienne à Lyon.	1re série	A	14,176	109	128 181	0,987	10,44	3,50
	1re	B	15,198	156	192 270	1,236	13,74	4,00
	1re	D	12,857	125	133 212	1,358	15,09	4,00
	1re	C	14,900	230	283 393	1,699	18,88	4,00
Rouen à Paris.	6e	H	21,894	218	347	1,824	20,27	5,00
Valenciennes à Paris.	5e	F	22,074	245	491	2,592	28,80	5,00

On a admis, pour déterminer la force de vaporisation des machines dont on ne connaissait pas exactement la dépense d'eau, qu'elles vaporisent par chaque mètre carré de surface de chauffe réduite, à peu près 90 kilog. d'eau par heure, ce qui est évidemment erroné pour plusieurs de ces machines, notamment pour celles H; attendu qu'elles ne consomment réellement, en moyenne, que 209 kilog. de coke par heure dans le parcours de Rouen aux Batignolles et retour, qui, multiplié par six, ou la quantité d'eau que vaporisent ordinairement les meilleurs appareils, de ce genre, par kilogramme de coke, ne représente que 1m257 cube d'eau.

Si l'on suppose, en remonte, la consommation de combustible d'un quart plus forte environ qu'à la descente, ou de 11 kilog. par kilomètre, la quantité d'eau vaporisée par ces mêmes machines ne serait encore que de 242 × 6 ou de 1m452 cube par heure, au lieu de 1m824 cube comme l'indique le tableau. La même remarque s'applique aux machines F.

D'où nous concluons, ainsi que nous l'avons constaté il y a plus de dix ans, que au delà de certaine longueur, les tubes de chaleur produisent sensiblement moins de vapeur qu'on le suppose, et qu'il vaut mieux en augmenter le nombre que la longueur.

Le peu d'effet produit par les machines D comparativement à leur surface de chauffe, tient à ce que leur poids adhérent n'est point assez considérable par rapport à leur force de vaporisation.

Pour compléter l'importante question de la vitesse et de la charge, on a déduit de calculs faits par M. de Pambour, la vitesse de fortes locomotives à marchandises avec des charges données.

VITESSE DE LOCOMOTIVES AVEC DES CHARGES DONNÉES, DONT LA FORCE DE VAPORISATION SERAIT DE QUATRE MÈTRES CUBES D'EAU A L'HEURE.

CHARGE BRUTE ou POIDS DU CONVOI.	VITESSE sur niveau en kilomètre par heure, la force effective de la vapeur, par centimètres carrés sur les pistons étant			OBSERVATIONS.
	3 kilog. 50.	4 kilog.	4 kilog. 50.	
tonneaux.	kilomètres.	kilomètres.	kilomètres.	
210	44,46	44,92	45,55	Durée de l'introduction dans les cylindres pendant les 2/3 de la course.
332	37,37	37,45	38,04	
421	32,07	32,40	32,70	Diamètre des roues motrices 1 m. 50.
528	28,13	28,42	28,49	
631	25,06	25,32	25,56	Rapport de la vitesse des roues à celle des pistons, égale
733	22,66	22,83	23,05	
843	20,54	20,78	20,98	$\frac{4,71}{2 \times 0,405} = 5,815$
948	18,85	19,07	19,25	
1085	17,08	17,29	17,47	

En examinant ce tableau, on remarquera que la charge est réduite des deux tiers pour une vitesse double, et que la vitesse est diminuée d'un tiers lorsqu'on double la charge.

On remarquera également, ainsi que l'observe M. de Pambour, que toute l'influence de la pression se porte sur la limite de la charge, mais que son effet est à peu près nul sur la vitesse.

En prenant pour base les calculs qui ont servi à dresser ce tableau, on trouve que les machines du système Crampton, construites pour la compagnie du chemin de fer du Nord, devront traîner une charge brute d'environ 66 tonneaux à la vitesse de 91 kilomètres à l'heure.

CHARGE BRUTE QUE PEUVENT REMORQUER LES LOCOMOTIVES SUR DES PLANS INCLINÉS, EN RAISON DE LEUR FORCE D'ADHÉRENCE.

FORCE d'adhérence des MACHINES.	CHARGE BRUTE QUE PEUVENT REMORQUER LES LOCOMOTIVES SUR DES CHEMINS INCLINÉS DE													
	NIVEAU.		5/1000		10/1000		20/1000		30/1000		40/1000		50/1000	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Tonneaux.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.	Ton.
10	200	285	100	167	63	104	38	64	28	46	22	36	18	30
15	300	428	136	227	94	156	58	96	42	69	33	54	28	45
20	400	571	183	304	125	209	77	126	55	92	43	73	36	54
25	500	714	227	378	166	260	96	160	69	115	54	91	45	74
30	600	857	272	454	186	310	115	192	83	139	65	109	54	89
36	720	1028	327	545	225	375	138	230	100	166	78	130	64	107

Les nombres représentant la charge minimum et maximum sont le résultat de calculs basés sur des effets de tractions correspondants à $\frac{1}{10}$ et à $\frac{1}{6}$ du poids adhérent.

Si l'on prend pour exemple les effets pratiques des machines D du chemin de Saint-Etienne à Lyon, ceux des machines F et H des chemins de Rouen à Paris, et du Nord, qui sont incontestables, il n'y a point à douter qu'on puisse arriver à remonter sur une rampe de 1/20, lorsqu'on donnera aux cylindres une capacité suffisante :

107	tonneaux bruts, avec des machines de		36	tonneaux d'adhérence.
89	—	—	30	—
74	—	—	25	—

En réduisant le poids mort par les moyens que nous avons indiqués, la charge utile, ou déduction faite du poids de la locomotive et de son tender, sera, dans le

Premier cas, de	67	tonneaux.
Deuxième cas, de	55	—
Troisième cas, de	44	—

Ce qui correspond à peu près, à un convoi de 13—10 ou 8 diligences.

Dans la charge utile, se trouve compris le poids des véhicules, qui, sur certain chemin excède la moitié de la charge utile.

Projet de locomotive a marchandises *de poids et de puissance variables*, à détente et à six roues accouplées ou connexées, destinée à fonctionner sur des rampes de diverses inclinaisons ainsi qu'à remorquer une charge brute constante d'au moins 300 tonneaux à la vitesse de 25 kilomètres à l'heure, susceptible de gravir des rampes de 15 millièmes, avec une vitesse de 18 kilomètres à l'heure sans rompre sa charge, pouvant enfin remonter utilement des rampes de 1/20.

Données :

Poids de la machine en marche, 25,000 à 30,000 kilogrammes.

Cylindres à vapeur.	Capacité $\frac{30,000}{100}$	300 litres.
	Diamètre..	0^{m} 52
	Course 0,35 × 2..................................	0^{m} 70
	Surface des pistons 2122 × 2..................	$4244^{\text{cent. q.}}$

Pression effective de la vapeur, 5 et 6 atmosphères.

Durée de l'introduction de la vapeur, dans les cylindres pendant les deux tiers de la course.

Pression sur les pistons, par centimètre carré, à la tension de

$$5 \text{ atmosphères } 5 \times 1{,}033 \times 0{,}66 \frac{5{,}165 \times 0{,}33}{2} = 4^{k}27$$

$$6 \text{ atmosphères } 6 \times 1{,}033 \times 0{,}66 \frac{6.198 \times 0{,}33}{2} = 5^{k}21$$

Rapport de la vitesse des roues à celle des pistons, égale $\frac{4{,}71}{2 \times 0{,}70}$ ou $3^{m}364$.

Force de la machine.

$$F = \frac{P \times S}{R}$$

Soit : P. La pression effective de la vapeur par centimètre carré, exprimée en kilogrammes.

La surface des pistons en centimètres carrés.
Le rapport de la vitesse des roues à celle des pistons.
ns le premier cas, ou à la tension de :

5 atmosphères $F = \frac{4,27 \times 4244}{3,364}$ ou 5387 kilog.

6 atmosphères $F \times \frac{5,21 \times 4244}{3,364}$ ou 6573 kilog.

l'on admet la résistance totale due aux frottements de toute espèce, compris de l'air, être de six kilogrammes par tonneau brut, comme l'estime M. Lelier; à la tension de six atmosphères la force de cette machine sur un chemin reau représente une charge brute égale à $\frac{6573}{6}$ ou de 1314 tonneaux.

la tension de cinq atmosphères, la charge ne sera plus que de $\frac{5387}{6}$ soit onneaux.

ur franchir les rampes, si l'on suppose qu'on fonctionnera sous une tension t atmosphères, la charge sur des plans inclinés de

10 millièmes égalera	$\frac{6573}{16}$	ou	411	tonneaux.
15 —	$\frac{6573}{21}$	ou	313	—
20 —	$\frac{6573}{26}$	ou	253	—
30 —	$\frac{6573}{36}$	ou	183	—
40 —	$\frac{6573}{46}$	ou	143	—
50 —	$\frac{6573}{56}$	ou	113	—

s chiffres sont trop élevés, attendu qu'à la tension de six atmosphères la puis- excède la force d'adhérence. Il faut compter, d'après cela, qu'on remorquera rvice continu sur les rampes, 1/6ᵉ en moins de charge que celles indiquées, 343 tonneaux sur une rampe de $\frac{10}{1000}$; 261 tonneaux sur une de $\frac{15}{1000}$, etc.

Volume de la vapeur.

kilomètre $300 \times 0,66 \times 2 \frac{1000}{4,71}$ ou 83m.cub.952.

r heure à la vitesse de 25 kilomètres, $83,952 \times 25 = 2098,80$.
r heure, à la vitesse de 18 kilomètres, $83,952 \times 18 = 1511,13$.

par heure, en raison de la dépense de vapeur à la pression de :

5 atmosphères, et la vitesse de 25 kilom. $\frac{2098,8}{401}$ ou 5234 litres.

6 atmosphères, et la vitesse de 18 kilom. $\frac{1511,15}{340}$ ou 4477 litres.

Surface de chauffe réduite, nécessaire pour vaporiser la quantité d'eau voulue, à la vitesse de :

25 kilomètres à la tension de 5 atmosphères $\frac{5234}{90}$ = 58m.c.

18 kilomètres à la tension de 6 atmosphères $\frac{4477}{90}$ = 49,70.

Appareil à vapeur.

Chaudière elliptique de 1^m60 sur 1^m22, de 3^m40 de longueur.

Tubes de chaleur, 251 de 45 millimètres de diamètre intérieur, sur 3^m40 de longueur.

Surface de chauffe réduite.	Tubes. $\frac{120,58}{3}$	=	40m.q.19
	Coffre du foyer....................	=	6 81
	Total......		47 00

En plaine, et lorsque l'inclinaison de la voie permettra à la machine de marcher de sa plus grande vitesse, la vapeur, en raison du peu de poids du convoi, n'aura pas besoin d'être à son maximum de tension; 47 mètres carrés de surface de chauffe, sont d'après cela plus que suffisants.

Au surplus, au moyen des chaudières elliptiques et renflées par le haut, le nombre de tubes de chaleur peut être augmenté tant qu'il sera nécessaire.

Avec des locomotives telles que celles-ci, il devient possible, comme on le voit, de réaliser des effets qui permettront aux chemins de fer de lutter avec avantage contre les voies navigables.

Dans le cas où l'on trouverait le poids de cette machine trop considérable, en le réduisant à 24,000 et 27,000 kilogrammes, on remorquera encore, si l'on conserve aux cylindres les proportions voulues, à peu près 1000 tonnes sur niveau, et 275 tonnes sur une rampe de 10 millimètres. »

DESCRIPTION DE LA LOCOMOTIVE A GRANDE VITESSE

REPRÉSENTÉE SUR LES PLANCHES 16, 17 ET 18.

Cette machine présente plusieurs innovations ingénieuses qui peuvent recevoir d'utiles applications; on remarque surtout la disposition du mouvement de distribution qui est placé tout entier à l'extérieur sous l'œil du mécanicien. Le centre de gravité est placé très-bas comme nous l'avons dit, mais cette condition n'est pas trouvée indispensable par tous les ingénieurs. M. Lechatelier, dans un intéressant ouvrage sur la stabilité des machines locomotives, ouvrage que nous aurons souvent l'occasion de citer, affirme que l'appréciation théorique des conséquences du relèvement ou de l'abaissement du centre de gravité, jointe à l'observation des faits, démontre que la position de ce point n'entre pour rien dans les conditions de la stabilité.

L'écartement des essieux extrêmes a été porté à 4m85, et l'essieu moteur transporté en arrière de la boîte à feu. Les roues motrices ont un diamètre de 2m10, le plus grand qui ait été jusqu'à présent adopté en France.

Notre intention n'est pas de donner une nouvelle description de machine locomotive, nos précédents volumes ayant traité ce sujet d'une manière suffisamment détaillée. Nous décrirons néanmoins avec détails les changements, modifications ou perfectionnements nouveaux qui caractérisent la nouvelle machine du système Crampton, et nous renverrons, pour les parties semblables ou présentant une importance secondaire, aux machines du Nord publiées dans le tome V de ce Recueil.

Afin de donner cependant à cet article toute l'importance qu'il comporte, nous le terminerons par un Glossaire français et anglais des principaux termes techniques employés pour décrire les machines locomotives. On retrouvera, dans ce vocabulaire abrégé, des explications précises relativement aux pièces en usage dans les locomotives en général, et dans celles du système Crampton en particulier. La plupart des pièces en question se repèrent avec les planches au moyen de lettres, et pour éviter toute confusion, nous nous sommes servi à dessein des mêmes désignations que pour la description des premières machines employées au chemin du Nord et décrites pl. 3, 4, 5, 6 et pag. 35 à 76 du Ve volume. On trouvera dans ce vocabulaire quelques termes se rattachant d'une manière directe à un terme principal; ces expressions sont désignées dans le courant de l'article décrivant le terme principal, pour éviter les répétitions.

La machine nouvelle du système Crampton est représentée pl. 16 en vue extérieure de face, et toute montée (fig. 1re).

Pour faire mieux comprendre le mécanisme, nous avons supposé le cadre extérieur enlevé, ce qui permet avec les fig. 2 et 3 de bien se rendre compte de la disposition et de la marche des pièces mobiles.

La fig. 4 (pl. 17) représente une section transversale de la locomotive faite suivant la ligne 5-6 (fig. 1re, pl. 16).

La fig. 5 est un détail également en coupe transversale et suivant la ligne 7-8, (fig. 15, pl. 18), de la boîte à feu et du socle à soupapes qui la surmonte.

La fig. 6 est un fragment de coupe transversale faite par l'intérieur de la boîte à fumée et l'axe du tuyau d'échappement.

Les fig. 7 et 8 sont les détails de l'un des cylindres et du piston à vapeur.

Les fig. 9 à 11, ceux de la pompe alimentaire.

Les fig. 12 à 14 représentent la nouvelle disposition de tiroirs équilibrés proposée par MM. Mazeline, et combinée pour la machine Crampton.

La fig. 15 (pl. 18), est un détail de la chaudière toute montée, envisagée suivant une coupe longitudinale, et garnie du support des soupapes, des siéges d'admission de vapeur, d'une portion de la cheminée, des tubes, entretoises, etc.

La fig. 16 est un fragment de plan vu en dessus du système de pesage.

Et les fig. 17 à 19, les détails du longeron extérieur qu'on suppose retiré dans la vue extérieure fig. 1re.

Toutes les vues d'ensemble et fragments d'ensemble sont dessinés à l'échelle de 1/20e; les détails fig. 7 à 14 au 1/15e.

Nous mentionnerons à présent, pour n'y revenir qu'à la fin de cette description, que chacune des vues d'ensemble est accompagnée du système de balances de MM. Sagnier et Comp.

DES ROUES EN FER ET DE LEURS ESSIEUX. — Une des particularités les plus remarquables des locomotives que nous décrivons est le grand diamètre et la disposition des roues motrices. Ces roues, que nous désignons par la lettre U^2 sont établies à l'arrière du foyer et forgées entièrement d'un seul morceau dans les ateliers de MM. Cail et Ce, à Denain (Nord). Leur exécution, envisagée sous le double point de vue du travail et de la solidité, a fait l'admiration des visiteurs de l'Exposition dernière. Les rayons d^2, à section rectangulaire, sont au nombre de vingt.

L'essieu V′ qui les réunit est renflé aux extrémités; la solidarité est établie au moyen de deux clavettes à angle droit, chassées à chaud et à mi-fer. Un renflement forgé avec le moyeu, et formant ainsi manivelle, reçoit le bouton *m′*, qui, au lieu de se terminer à l'extérieur des bielles, forme au contraire un coude V″ recevant les deux excentriques de marche en avant et de marche en arrière H′ et H^2.

Cette disposition est très-convenable; elle permet de diminuer le diamètre des excentriques et par suite le frottement de leurs colliers, d'être vérifiée à chaque voyage et réparée sans difficultés. Il y a déjà quelques années que les ingénieurs américains, et notamment M. Norris, ont imaginé de placer leurs roues motrices à l'arrière avec l'addition à l'avant d'une couple de roues formant avant-train. Cette disposition figure sur le modèle déposé au musée de la marine depuis 1846.

M. Sangnier, actuellement ingénieur des ateliers du chemin de Paris à Lyon, a dès 1840 fait établir un modèle où l'on retrouve en principe la plupart des avantages dus à la disposition que nous venons de décrire. C'est le premier qui ait eu l'idée de placer les roues motrices à l'arrière; l'axe de celles-ci est à la vérité en dedans du foyer, mais si cet arrangement présente, suivant des ingénieurs, quelques inconvénients, il offre au moins des avantages relatifs au déraillement possible dans les courbes à petits rayons et aux conditions de liberté et de sécurité du mécanicien (1). L'idée de placer ainsi les roues motrices a suggéré à M. Sangnier la pensée d'établir le mouvement de distribution à l'extérieur, que nous retrouvons dans la machine système Crampton. Seulement, au lieu d'excentriques, c'est simplement deux manivelles qui font fonctionner le relevage. Cette dernière idée est dans ce cas plus simple et plus rationnelle.

(1) Dans les machines-Crampton, la plate-forme du mécanicien est flanquée des deux roues motrices qui emboîtent celui-ci et nuisent à son déplacement.

Les roues motrices des machines Crampton, montées sur leur essieu et munies de leurs excentriques, pèsent 3002 kilog. Elles reviennent à 2 fr. 75 le kilog., soit 8255 fr.

Il existe en Angleterre une machine locomotive du même système Crampton dont les roues ont 2^{m}45 de diamètre. Ces roues sont également tout en fer forgé.

DU CADRE OU CHASSIS. — La chaudière et le mécanisme de la locomotive sont supportés par un double cadre en fer forgé X', détaillé par fragments fig. 17, 18 et 19, pl. 18, et fig. 4, pl. 17, et s'étendant dans toute la longueur de la machine. A ces longerons sont rapportées et rivées des feuilles ou bandes transversales X^3, qui servent aussi bien d'entretoises que de supports à différentes pièces, telles que l'arbre de relevage r', les cylindres à vapeur A', etc. Entre ces châssis sont rapportées les plaques ondulées qui servent de points d'appui aux tiges E^2 des grands ressorts F^2. L'extrémité-arrière du cadre est reliée par une plaque transversale en fer, près de laquelle sont les marchepieds D^3, tandis que l'extrémité-avant est terminée par une traverse cintrée en bois C^2. Cette traverse reçoit comme d'habitude les tampons D^2.

Les plaques de garde sont reliées entre elles par des entretoises en fer plat x^4, de sorte qu'avec ce complément aucune partie n'est isolée, et que la construction du châssis forme un support très-rigide et très-résistant.

Avec le système de machines de M. Sangnier, le longeron est simple : il porte néanmoins en retour d'équerre une plate-forme spacieuse garnie d'une rampe pour la libre circulation du mécanicien. Une rampe analogue serait à désirer dans la machine Crampton, car celles r qui existent sont réellement placées trop bas pour être utiles.

DE LA PRISE DE VAPEUR ET DU RÉGULATEUR. — La vapeur qui se forme dans la chaudière s'élève, comme on sait, de plus en plus sèche à la partie supérieure de l'espace qu'elle remplit. Dans plusieurs machines, une ouverture unique, placée dans une partie élevée de la chaudière, et fermée à volonté par le mécanicien, fournit la vapeur nécessaire à la mise en mouvement des pistons. Ce système, adopté presque par tous les constructeurs, a été sensiblement modifié par M. Crampton

Dans toute la partie supérieure de la chaudière règne un long tube R', dans lequel s'introduit la vapeur au moyen des ouvertures n^5 pratiquées dans le dessus de celui-ci. Vers le milieu de la chaudière, c'est-à-dire dans la ligne milieu même des cylindres A', ce tube débouche dans une capacité H que nous appellerons *dôme* ou *prise de vapeur*. Cette capacité, par sa forme, sert de support au tuyau R' ainsi que l'indique bien la fig. 4, pl. 17; elle se boulonne sur la chaudière même dans laquelle elle pénètre jusqu'au tuyau de prise et s'élève pour porter deux fortes tubulures R, se dirigeant chacune vers un des cylindres. L'extrémité intérieure de ces dernières est dressée suivant un plan incliné Q formant cadre, sur lequel viennent

glisser les tiroirs P, distribuant la vapeur également à chaque cylindre.

Le siége dressé Q est percé de deux ouvertures trapézoïdales p^5 (fig. 15, pl. 18). Le tiroir P qui les recouvre est en bronze et fondu avec une seule ouverture, de sorte que dans une certaine position, les parties pleines du tiroir recouvrent exactement les orifices de l'admission, tandis qu'en faisant glisser ce tiroir il découvre le premier orifice du siége qu'il abandonne, tout en effectuant la même manœuvre pour le second, qu'il dégage au moyen de l'ouverture dont il est muni.

A la place d'une manivelle pour commander les parties mobiles du mécanisme ci-dessus, on a préféré l'emploi d'un volant horizontal T qui agit, par un excentrique à cage, sur l'extrémité de la tringle *r*, également horizontale et fait découvrir simultanément les orifices d'admission. La forme de ces orifices n'est pas due au hasard; elle a pour objet, lorsque le régulateur fonctionne, de ne laisser arriver la vapeur que par volume croissant et d'éviter ainsi les brusques mouvements de départ. La pointe du trapèze remplit parfaitement ce but. Lorsqu'on veut fermer, au contraire, on agit brusquement, puisque les orifices sont fermés en commençant par leur partie rectangulaire.

De cette manière, sauf quelques cas particuliers, le mécanicien manœuvre son volant entièrement soit dans un sens ou dans l'autre, et produit toujours un effet satisfaisant; des lettres de repère lui indiquent l'ouverture et la fermeture complètes.

Tout près de ce volant on a placé les soupapes de sûreté logées dans la cuvette ou socle c^4 et le sifflet O; mais ces diverses parties laissant échapper fréquemment la vapeur et se trouvant tout proche du mécanicien, l'enveloppent, lorsqu'on les met en mouvement, d'un nuage épais qui, non-seulement le brûle, mais encore l'empêche de pouvoir distinguer sur la voie. Pour éviter cet inconvénient on a haussé dans quelques machines, au moyen d'une caisse en tôle, le socle qui porte les soupapes et le sifflet. On pourrait encore et plus simplement entourer ce socle d'une chemise en cuivre jaune s'élevant plus haut que le sifflet et sur laquelle viendrait frapper la vapeur à sa sortie.

Des cylindres et de la distribution. — Comme nous venons de le voir, la vapeur se rend de la chaudière aux cylindres A′ par les tubulures R. Celles-ci, placées à l'extérieur, communiquent avec les tuyaux d'admission R^2, qui pénètrent directement avec la boîte de distribution U par les boîtes à étoupes t''. Cette boîte est fondue avec les cylindres; elle est doublement inclinée dans le sens longitudinal et dans le sens transversal pour l'accord géométrique des pièces mobiles qui commandent le tiroir en fonte Z. On a donné à ce tiroir de très-grandes proportions en raison des orifices qu'il doit couvrir et découvrir et qui sont eux-mêmes établis dans les rapports suivants :

Rapport de la surface des pistons avec la surface des orifices d'entrée *v*

13.25 : 1.

Rapport de la surface des pistons avec la surface de l'orifice de sortie x

8 : 1.

Il est embrassé par un cadre en fer se reliant avec la tige e' pour aller rejoindre, en traversant le guide carré g', le bouton l' de la coulisse k'. Comme ce tiroir pèse environ 14 kil. et que la surface est de 1050c. q., on trouve, d'après M. Morin, que le frottement d'un tel châssis en mouvement et par suite la quantité de travail consommé à chaque coup de piston serait de :

$$N f e$$

N exprimant la charge totale ou le produit de la surface du tiroir par la pression de la vapeur soit 5,418 kilog.;

f le rapport du frottement à la pression = 0,075;

e le chemin parcouru par les surfaces glissant l'une sur l'autre=0m 120.

C'est-à-dire, dans le cas qui nous occupe,

$$(14 + 5418^{k}) \times 0{,}075 \times 0{,}120 = 48^{\text{ k. m.}}$$

Or comme la machine est animée d'une vitesse de 225 révolutions par 1′, on a donc pour le travail d'une seconde

$$48^{\text{k. m.}} \times \frac{450}{60} = 360^{\text{k. m.}}$$

$$\text{soit } \frac{360}{75} = 4^{\text{ch.}}\,8.\ \text{et } 9^{\text{ch.}}\,6, \text{ pour les 2 tiroirs.}$$

MM. Mazeline, du Havre, ont imaginé récemment un moyen très-simple pour neutraliser cette perte de force et pour pouvoir manœuvrer facilement à la main les tiroirs des machines à vapeur.

L'application qu'ils font de leur procédé aux locomotives du chemin du Havre est représentée sur les fig. 12 à 14 en sections transversale, oblique et horizontale.

On reconnaît par ces figures que ce tiroir est à double siége et que ses surfaces opposées *ab* et *cd* ne sont pas parallèles. D'un côté, le siége est celui même du cylindre contre lequel il s'applique, de l'autre il est formé par une plaque D^5, en acier ou en bronze, s'appuyant contre la partie intérieure du couvercle b'.

Ce tiroir est percé d'un trou *e* qui établit une communication constante entre son intérieur et son extérieur, et, comme il est légèrement évidé sur la surface *cd*, il laisse entre la plaque D^5 et une grande portion de celle-ci un vide suffisant pour que la vapeur qui s'introduit par le petit orifice *e* établisse une pression en sens inverse de celle qui a lieu sur la face opposée. La plaque métallique et additionnelle qui est ajustée dans la boîte n'y est pas fixée d'une manière invariable, elle tend à s'appliquer constamment contre le tiroir par la tension de petits ressorts plats *f*, logés entre elle et le couvercle b' de la boîte.

Il résulte de cette disposition que le mouvement du tiroir est extrêmement doux, parce qu'il s'établit constamment un équilibre de pression

entre les deux siéges opposés, et que par suite le frottement est presque nul. Un tel système est d'autant plus avantageux que, comme on vient de le reconnaître, les dimensions des tiroirs deviennent extrêmement grandes dans les machines locomotives, et que par suite la pression sur leur surface devient réellement une perte de force très-appréciable. Ce n'est pas la première fois qu'on s'occupe de cette question, mais nous croyons que MM. Mazeline l'ont résolue de la manière la plus heureuse et la plus simple.

Les machines Crampton sont établies avec un seul tiroir pour chaque cylindre ; elles détendent donc dans les faibles limites de la coulisse et du recouvrement des tiroirs, de sorte qu'elles sont dégagées de toute complication de mécanisme.

Il y a maintenant très-peu de locomotives auxquelles il soit resté un mécanisme additionnel de détente variable par tiroirs supplémentaires.

Les cylindres A′ sont agrafés sur les longerons longitudinaux X′, par des fortes oreilles recevant également une dizaine de boulons chacune. En outre deux plaques transversales X^3, viennent encore les embrasser par le haut et par le bas, ainsi qu'on peut le remarquer par les fig. 4, (pl. 17) et 18 et 19, (pl. 18). La solidité est parfaite et aucun ébranlement ne se fait sentir pendant la marche. Les cylindres sont fondus d'un seul morceau avec les orifices d'entrée et de sortie, les deux tubulures pour l'emmanchement des tuyaux d'admission et d'échappement, les presse-étoupes et les conduits aux robinets de purge. Ils sont représentés en détails fig. 7 et 8 (pl. 17), suivant deux coupes perpendiculaires l'une à l'autre, et faites, la première suivant l'axe même du cylindre et la seconde suivant la ligne brisée 1-2-3-4. Ces deux figures font voir également en coupe et en vue extérieure le piston qui se meut dans leur intérieur.

On reconnaît qu'il se compose de deux plateaux C′, traversés l'un par la tige E′ menant la glissière F′ et transmettant le mouvement à la bielle B^2, l'autre par la tige S′ auquel s'adapte le plongeur R′ des pompes alimentaires. Ces plateaux sont assemblés par quatre vis r^4, taraudés dans les renflements s^4. L'herméticité du joint est garantie par deux forts cercles à ressorts en fonte r^5, que les pointes coniques s^5 tendent constamment à ouvrir au moyen des ressorts flexibles en acier o^5. Tous les écrous qui assemblent ces diverses pièces sont maintenus serrés par des douilles ou platines en fer ou bronze, de sorte qu'une fois en place, tout l'assemblage peut être regardé comme solidaire.

Les cylindres, les conduits de vapeur, la boîte d'admission et la chaudière sont entourés d'une enveloppe en bois recouverte d'une chemise en tôle. Ces précautions sont prises pour éviter le refroidissement ; on paraît cependant y attacher moins d'importance que par le passé, puisqu'on a supprimé à peu près complétement l'enveloppe de feutre dont il a été question dans la description des premières machines du Nord.

Dans le projet de locomotive étudié par M. Sangnier, l'admission et la sortie se font de même à l'extérieur, puisque les cylindres sont juxtaposés

à la boîte à fumée. Le tiroir est incliné, mais placé tout à fait sur le côté des cylindres. Nous avons remarqué dans la composition de cette machine un arrangement très-ingénieux des coulisses de changement de marche. La manœuvre a lieu directement par une longue tringle à équerre, ne dépassant pas la galerie extérieure de service. Ce qui fait d'ailleurs le mérite de cette machine, c'est que tout le mécanisme est à l'extérieur, entièrement sous les yeux et à la portée du mécanicien, et qu'il est installé de manière à procurer les meilleurs effets comme mouvement et comme stabilité.

DONNÉES ET RÉSULTATS PRATIQUES.

CONSOMMATION par kilomètre avec une charge moyenne de 107 tonnes, 8 à 9 kilog. de houille.

POIDS de la machine pleine d'eau et de coke :

Sur les roues d'avant.	11,600 kilog.
Sur les roues du milieu.	4,000
Sur les roues motrices.	11,500
	27,100

du tender chargé d'eau et de 25 paniers de coke.

Sur les roues d'avant.	8,460 kilog.
Sur les roues d'arrière.	9,230
	17,790

CAPACITÉ du tender 6m. c. 720 d'eau,
2,000 kilog. de coke.

LONGUEUR totale de la locomotive et du tender. . . 13m45

ÉCARTEMENT des essieux extrêmes, machines et tender. 9m98

VITESSE. 75 kilomètres à l'heure en service régulier à grande vitesse. 60 kilomètres en service ordinaire.

PRIX. Machine.	58,000 fr.
Tender.	10,500
Total.	68,500

Nous relevons en ce moment les nouvelles machines à marchandises construites par M. Polonceau au chemin de fer d'Orléans. On verra combien elles sont remarquables de solidité et d'exécution.

GLOSSAIRE FRANÇAIS ET ANGLAIS

DES TERMES TECHNIQUES EMPLOYÉS DANS LA DESCRIPTION D'UNE LOCOMOTIVE ET DE SON TENDER.

AVEC LES REMARQUES PARTICULIÈRES AU SUJET DES MACHINES DU SYSTÈME CRAMPTON.

Adhérence, *adhesion.*—Pression ou morsure des roues sur les rails pour l'entraînement du convoi. Lorsque la machine est en mouvement, la pression sur les rails n'est pas uniforme à tous les points de la circonférence des roues motrices, mais on n'a pu encore fixer d'une manière certaine les limites de cette inégalité, ni assurer qu'elle cesse d'exister à de très-grandes vitesses. Le rapport de M. Tourasse, cité plus haut, contient au sujet de l'adhérence des chiffres et des renseignements intéressants.

D'après des expériences et des calculs faits par M. Lechatelier, l'action de la force centrifuge diminue considérablement l'adhérence, puisque la charge totale des roues motrices, qui est environ de 7,000 kilog. sur les machines du Nord, diminue, suivant les vitesses, de 1500 à 2,500 kil., soit de 25 à 35 p. 100. Ce résultat explique comment il arrive quelquefois que des machines viennent à *patiner* lorsque la vitesse s'accélère. Il en résulterait, dit l'habile ingénieur, un inconvénient assez saillant pour le service des trains à grande vitesse, si la pression utile de la vapeur n'éprouvait pas une réduction considérable avec la vitesse, ce qui, dans la plupart des cas, rend indifférente la diminution très-notable d'adhérence produite par l'accélération même de la vitesse (1).

(1) Nous citerons, pour compléter cet article, quelques passages extraits de l'intéressant ouvrage de M. Le Chatelier, publié tout récemment sous le titre de : *Études sur la Stabilité des machines locomotives en mouvement.*

En première ligne, nous trouvons que l'auteur résume en deux causes principales la perturbation qui nuit à la stabilité de la machine :

1° L'obliquité de la bielle, qui tend à produire le *mouvement de galop*, et qui, sans la rigidité de la chaudière, produirait le *mouvement de roulis;*

2° L'inertie des masses soumises à un mouvement relatif dans le système général de la machine, donnant naissance à des forces qui tendent à diminuer dans certaines positions de la manivelle l'adhérence des roues motrices, et par suite à les faire patiner, qui tendent en outre à produire un mouvement d'oscillation d'avant en arrière appelé *mouvement de tangage*, et enfin un mouvement d'oscillation latéral connu sous le nom de *mouvement de lacet.*

La pression de la vapeur n'a d'autre effet que de produire des tiraillements, suivant une direction alternativement opposée, dans le bâti de la machine ; les variations qu'elle éprouve dans sa valeur utile déterminent seulement des variations dans la valeur du moment de rotation.

Il est inutile de tenir compte de l'inertie des excentriques, des barres d'excentriques, des tiroirs et des pompes alimentaires. Ces pièces sont animées de vitesses relativement faibles, et les rayons des excentriques formant entre eux pour chaque cylindre un angle de 120°, les effets dus à l'inertie de toutes ces pièces se détruisent en grande partie les uns par les autres.

Résultats d'expériences. — Sans entrer plus avant dans l'examen de l'habile ingénieur, nous noterons d'une manière complète les résultats d'expériences qui ont été faites pour démontrer l'exactitude de la théorie et l'efficacité des moyens proposés pour rétablir l'équilibre du système.

On sait que ces moyens consistent principalement :

Dans l'application d'un contre-poids destiné à équilibrer le poids de la manivelle rapportée au

L'adhérence des roues, relativement à l'état des rails, n'est pas toujours la même : elle est à son maximum, lorsque le dessus des rails est propre et bien sec ou bien mouillé ; elle est à son minimum, lorsque le dessus des rails est sale et gras par suite d'un peu d'humidité.

bouton, le poids de ce bouton, celui de la bielle afférente à la manivelle, et même celui du piston et de la bielle motrice tout entière, pour détruire les mouvements de tangage, de variation, de charge sur les roues motrices et de lacet.

Ces contre-poids se placent entre les rayons, et sont appliqués contre la circonférence intérieure du bandage.

Dans la rigidité des ressorts et le report de l'essieu moteur en arrière du foyer pour neutraliser le mouvement de galop.

Dans les ateliers du chemin de fer d'Orléans, une machine à voyageurs, à cylindres extérieurs, entièrement semblable au type pris pour exemple dans l'examen de la théorie, a été suspendue au moyen de cordes à la charpente de l'atelier, dans un point où celle-ci avait été à l'avance renforcée pour servir de support à un appareil à lever les machines. Des barres de fer ont été placées sous le foyer d'une part, sous le bâti et entre les rayons des roues d'avant d'autre part, et les extrémités des barres ont été fixées chacune à la charpente. On est arrivé ainsi à maintenir les roues de la machine dont les dessous de boîtes avaient été préalablement calés, à 0m 15 ou 0m 20 au-dessus des rails Les points de suspension étaient écartés de 4 mètres dans le sens longitudinal et de 3 mètres dans le sens transversal ; la longueur des cordes était d'environ 3m 50.

Des mesures directes ont donné pour les poids des différents éléments à prendre en considération :

Poids de la manivelle rapportée au centre du bouton.	42 kg. 0
Poids de la bielle.	85 5
Poids du piston.	79 0
Poids de la tête du piston.	29 0
Total.	235 kg. 5

Ces données, appliquées aux formules qui expriment l'amplitude des mouvements oscillatoires, donnaient pour l'amplitude simple du mouvement de tangage : 0m 0044, ou pour l'amplitude totale : 0m,0088, pour l'amplitude simple du mouvement de lacet à une distance de 0m 94 du milieu de l'essieu moteur : 0m 0014, ou pour l'amplitude totale à la traverse d'avant, écartée de 3m 30 de l'essieu moteur 0m 010. (Ce dernier nombre est plutôt fort que faible, à cause de l'hypothèse admise pour le calcul du moment d'inertie, et à cause de la coïncidence que l'on a supposé exister entre le plan vertical passant par l'axe des roues et celui qui passe par le milieu de la roue.)

Les poids à équilibrer étant connus, on a disposé pour chaque roue motrice des contre-poids équivalents ; chaque contre-poids se composait : 1° d'un bloc de plomb, qui garnissait presque en entier l'intervalle opposé à la manivelle, compris entre deux rayons consécutifs, pesant 64 kilogrammes, et ayant son centre de gravité à 0m 66 du centre de l'essieu, correspondant par conséquent à un poids de 151 kilogrammes sur la circonférence de la manivelle ; 2° de deux poids additionnels placés de part et d'autre du premier, dans les intervalles adjacents, pesant ensemble 40 kilogrammes, et ayant chacun leur centre de gravité à 0m 72, du centre, et par conséquent le centre de gravité de la résultante des deux poids à 0m 67 du centre, correspondant par suite à un poids de 96 kilogrammes sur la circonférence de la manivelle.

Le contre-poids total était donc équivalent à 247 kilogrammes, et correspondait à peu près, pour son poids et pour sa position, aux conditions de l'équilibre parfait.

Pour observer l'amplitude des oscillations, on a fixé sur la traverse d'avant un crayon vertical, sous la pointe duquel on présentait une feuille de papier collée sur une règle à dessiner flexible, qui cédait aux mouvements du crayon dans le sens vertical.

L'expérience ayant été ainsi préparée, on a fait tourner les roues avec des vitesses variables, sans contre-poids, avec le contre-poids intermédiaire de 151 kilogrammes, et avec le contre-poids total de 247 kilogrammes.

La vitesse de rotation des roues n'a pas pu dépasser 3 tours de roue par seconde, ce qui équivaut à 57 kilomètres à l'heure, parce qu'alors les oscillations dues à l'élasticité de la charpente prenaient une amplitude considérable et devenaient dangereuses ; ces oscillations, du reste, étaient tellement fortes dès que la vitesse était un peu grande, qu'il était impossible d'observer le mouvement propre de la machine dans le sens vertical.

Les diagrammes relevés au moyen du crayon ont permis de constater très-nettement toutes les circonstances du mouvement horizontal. Il a été démontré d'abord que l'amplitude des oscillations était indépendante de la vitesse, attendu qu'on obtenait des diagrammes identiques pour des vitesses

ARBRE, AXE, ESSIEU, *axle.* — On donne ce nom indistinctement aux essieux en fer qui réunissent les roues d'une locomotive. Lorsque l'on emploie des cylindres intérieurs cet essieu est coudé (*cranked axle*). Avec des cylindres extérieurs l'essieu est droit comme dans toutes les locomotives du chemin du Nord. Considérés au point

variant de 1 à 3 tours de roue par seconde. En outre, les indications fournies par le calcul ont été complétement vérifiées ; la machine sans contre-poids a décrit des courbes fermées de 7 à 8 millimètres de longueur et de largeur dans le sens du mouvement de tangage et du mouvement de lacet, la différence étant due, comme on devait s'y attendre, à la gêne déterminée par le système de suspension.

On a fixé ensuite le contre-poids de 151 kilogrammes, et on n'a plus obtenu que des courbes de 1 à 2m/m de diamètre. Enfin, on a complété la charge d'équilibre à 247 kilogrammes sur la circonférence, et le crayon n'est plus venu marquer sur le papier que des points isolés, indiquant l'absence de toute oscillation horizontale.

En se plaçant sur la plate-forme du mécanicien, on sentait toute la machine, lorsqu'elle n'avait pas ses contre-poids, animée d'oscillations dures, ou de vibrations qui dénotaient un travail pénible dans les organes moteurs, on observait en même temps le mouvement de lacet d'une manière très-apparente. Lorsque le contre-poids total a été appliqué, on n'a plus senti qu'une oscillation verticale très-douce due à l'élasticité de la suspension.

En présence de résultats aussi nets il n'y avait plus de doute sur l'efficacité des contre-poids pour donner à la machine en circulation toute la stabilité désirable. Replacée sur les rails et garnie de ses contre-poids, elle a été lancée sur la voie à des vitesses variant entre 80 et 90 kilomètres à l'heure; elle n'éprouvait d'autres perturbations dans sa marche, que les secousses qui étaient produites çà et là par les irrégularités dans la pose de la voie; elle avait enfin une stabilité complète.

Les contre-poids enlevés, la machine, lancée à des vitesses moins considérables, reprit son mouvement habituel en se tortillant sur elle-même, en se balançant sur la voie, en imprimant des secousses très-fortes au système d'attelage, et en faisant jouer le ressort de traction.

La même expérience fut répétée avec le même succès sur une machine à marchandises, à 6 roues accouplées, à cylindres extérieurs et inclinés. Ces machines sont soumises, dans leur marche, à des perturbations considérables, *galop*, *tangage*, *lacet*, qui les disloquent rapidement et nécessitent de fréquentes réparations; leur mise en service sur la ligne d'Orléans avait nécessité un surcroît de soins pour l'entretien de la voie, dont elles dérangeaient incessamment la pose.

Un poids équivalant environ à 500 kilogrammes sur la circonférence de la manivelle, placé à l'opposé de celle-ci, et ne satisfaisant qu'incomplétement, par son importance et sa position, aux conditions de l'équilibre exact, fut distribué de chaque côté, sur les 3 roues accouplées d'une machine déjà fatiguée par un long service. Les contre-poids étaient directement opposés aux manivelles, au lieu de faire avec elles un angle de 7 à 8°.

La machine, remorquant un convoi de 44 wagons, fut conduite jusqu'à Étampes avec ses contre-poids; la vitesse atteignit souvent la limite de 50 kilomètres à l'heure (avec roues de 1m 30 de diamètre), sans que l'on remarquât autre chose qu'un léger mouvement de balancement, qui paraissait plutôt s'atténuer que s'accroître lorsque la vitesse augmentait.

La machine avait, du reste, une stabilité tout à fait remarquable, pour les personnes qui assistaient à l'expérience, et qui avaient eu l'occasion de monter sur des machines semblables, bien que les boîtes à graisse eussent beaucoup de jeu et que les roues fussent creuses.

A Étampes on ôta les contre-poids, et la machine reprit ses allures habituelles : secousses violentes dans le sens longitudinal, ou mouvement de tangage devenant sensible par suite du défaut de rigidité du ressort, et faisant arriver tout le coke du tender sur la plate-forme et entre les jambes du mécanicien, oscillations latérales très-fortes et telles qu'il était impossible de s'appuyer sur la balustrade. A 40 kilomètres à l'heure, vitesse qu'il fut impossible de dépasser, le mouvement de lacet paraissait réellement dangerenx.

Des expériences semblables faites au chemin de fer du Nord ont confirmé de point en point ces résultats. Une machine à marchandises, à cylindres extérieurs et horizontaux, et à 6 roues accouplées, a été suspendue au moyen de deux chèvres, et ses roues ont été mises en mouvement avec et sans contre-poids. Le peu de rigidité des supports et les oscillations compromettantes pour leur solidité n'ont pas permis d'obtenir des résultats aussi nets que dans les ateliers du chemin de fer d'Orléans, cependant l'absence d'oscillations latérales, lorsque les contre-poids approchaient du poids nécessaire pour l'équilibre, fut également démontrée; lorsque les roues tournaient sans contre-poids, les oscillations se produisaient avec toute leur amplitude. Cette machine fut ensuite mise en circulation avec une masse totale de contre-poids, équivalant pour un côté, à 400 kilogrammes, quantité inférieure d'un quart environ à ce qui aurait été nécessaire pour détruire le mouvement de tangage et de lacet.

e vue du meilleur emploi de la vapeur, les cylindres intérieurs présentent de bonnes aranties, et la difficulté seule d'établir les essieux coudés avait fait rejeter leur emloi. On paraît y revenir ardemment depuis quelque temps.

Les essieux prennent le titre *d'essieux moteurs*, *driving axle*, lorsqu'ils reçoi-

La machine choisie pour l'expérience rentrait en réparation, par suite du jeu des coussinets et des ntres pièces; elle était donc dans les conditions de stabilité les plus défavorables. Pour rendre épreuve aussi concluante que possible, on desserra complétement la barre d'attelage du tender. La achine, garnie de ses contre-poids, n'a pris qu'un léger mouvement de balancement sans imporance, ne variant pas sensiblement avec la vitesse; la tendance au mouvement de tangage était nulle. a vitesse a atteint pendant plus d'un kilomètre de parcours la limite de 60 kilomètres à l'heure, ns que la machine cessât d'être dans les conditions de stabilité les plus satisfaisantes; cette vitesse e 60 kilomètres, pour des roues de $1^{m}22$ de diamètre, correspondait à 4 tours $\frac{1}{3}$ de roue par econde. On a ensuite ôté 4 des 5 blocs de métal qui équilibraient les roues, et chaque côté de la achine n'est plus resté équilibré que par un contre-poids équivalant à 80 kilogrammes sur la cironférence de la manivelle. La machine, placée dans ces nouvelles conditions, sa barre d'attelage étant desserrée, a pris un mouvement réellement effrayant d'avant en arrière et latéralement, uoique la vitesse n'ait pas dépassé 50 kilomètres à l'heure. En serrant fortement le tender contre la achine, on a détruit en partie les effets du mouvement de tangage, excepté pour les grandes vitesses ans lesquelles le ressort de traction fléchissait encore, mais le mouvement de lacet a conservé sensiblement la même intensité. Le balancement latéral était tellement complet, que l'on voyait par ntervalles des étincelles jaillir des rails.

Ces expériences paraissent mettre en évidence deux faits qui n'ont rien que de très-naturel. Le remier est l'augmentation de puissance, ou, ce qui revient au même, l'augmentation de vitesse, qui arait acquise aux machines à marchandises à cylindres extérieurs lorsque les roues sont équilibrées. Bien que le mécanicien, qui en réalité juge de la vitesse de sa marche par l'intensité des secousses qu'il éprouve, soit disposé à retenir sa machine lorsque l'accélération de vitesse augmente les secousses, il a semblé à plusieurs personnes qui ont assisté à ces expériences, que la machine sans ontre-poids ne pouvait pas se lancer à la même vitesse que lorsqu'elle était placée dans de bonnes onditions de stabilité. On comprend en effet que les chocs intérieurs, et surtout l'obliquité presque ermanente des essieux sur l'axe de la voie, produite par le mouvement de lacet, absorbent une artie très-notable du travail moteur de la vapeur.

Le second fait est la stabilité transversale que prennent les machines, dès qu'on approche, même l'assez loin, de la limite de poids qui est nécessaire pour faire rigoureusement équilibre au mouvement de lacet. En effet, les machines à marchandises que j'ai expérimentées, ne conservaient qu'un rès-faible mouvement de lacet, qui dans l'une paraissait évidemment dû à un défaut de montage les roues dont l'usure était inégale, qui dans l'autre pouvait être dû à la même cause ou résulter du eu considérable de toutes les pièces, sans que la position des roues sur les rails en fût affectée; cependant les contre-poids n'étaient, dans les deux cas, équivalents environ qu'aux $\frac{3}{4}$ de ce qui aurait été nécessaire pour détruire rigoureusement le mouvement de lacet. Ce fait est d'accord avec a stabilité que l'on observe dans les machines à cylindres intérieurs, et semble prouver que le mouvement de lacet ou de balancement des roues sur la voie, n'a lieu que lorsque le moment des actions perturbatrices devient assez considérable par rapport au moment du frottement transversal; on recule la limite à laquelle ce rapprochement a lieu, soit en augmentant le moment de résistance par l'augmentation de poids et d'empatement de la machine (système Crampton), soit en réduisant la ongueur des bras de levier des couples perturbateurs (machines à cylindres intérieurs), soit en réduisant l'intensité des actions perturbatrices (contre-poids). Il n'en résulte pas qu'il soit inutile, lorsqu'on le peut, de faire complétement équilibre aux forces qui produisent le mouvement de acet, ne serait-ce que pour empêcher l'usure; mais il paraît, sauf démonstration expérimentale plus complète, que l'on peut satisfaire complétement aux conditions de securité pour la marche à grande vitesse, en se tenant assez loin au-dessous de la limite théorique.

Avant de terminer, j'aurais voulu profiter des délais que l'impression a occasionnés, pour y consigner les résultats de l'expérience journalière du service de quelques machines ayant marché successivement avec et sans contre-poids, et pour arriver à établir nettement l'économie de combustible qui paraissait devoir être la conséquence de la régularité du mouvement.

Je n'ai pu le faire que d'une manière assez incomplète et pour une seule machine, la machine à marchandises à cylindres extérieurs et à six roues accouplées (système Cavé), nº 109, du chemin de fer d'Orléans. Cette machine, ayant été affectée aux expériences que j'ai rapportées plus haut, est rentrée au service avec ses contre-poids, et a continué à marcher ainsi pendant une partie du mois de février. La plupart des machines qui ont reçu jusqu'à présent des contre-poids complets, sortaient

vent les grandes roues : leur diamètre est alors sensiblement augmenté. Ce titre est motivé en ce que l'arbre moteur commande les bielles, pompes, excentriques tiroirs, etc., qu'il convertit le mouvement rectiligne du piston en un mouvement rotatif, et qu'enfin il dirige la machine dans la direction convenable.

de réparation, et par suite les consommations obtenues dans les deux états n'étaient pas comparables.

La machine 109, conduite par le même mécanicien, et affectée au même service pendant trois mois consécutifs, a donné les consommations moyennes suivantes :

Coke consommé par kilogramme :

1848, décembre.	13 kg. 95	sans contre-poids.
1849, janvier. .	14 18	
1849, février . .	11 91	moyenne de 12 voyages, dont 10 seulement avec contre-poids.

Ce résultat isolé n'est pas une preuve décisive, car tout le monde sait combien il est difficile de faire des comparaisons exactes en fait de consommation de machines; mais c'est une forte présomption, et il y a tout lieu de croire qu'on peut attendre de l'application des contre-poids une économie de combustible très-notable, au moins pour les machines que la disposition de leurs organes moteurs plaçait dans les conditions les plus défavorables.

M. Eugène Flachat, ingénieur en chef des chemins de fer de la rive droite, a profité d'un voyage qu'il faisait en Angleterre pour prendre des renseignements sur la question des contre-poids, et pour constater à quel point en était l'application de cette disposition si avantageuse pour la stabilité; et le résultat des investigations auxquelles il s'était livré ainsi que M. Clapeyron, a été l'adoption du système d'équilibre complet des parties tournantes et des parties horizontales sur le chemin de fer du Nord, où l'on avait hésité jusque-là à mettre sur les roues motrices un contre-poids équivalent au poids total de la manivelle, de la bielle, du piston et de ses accessoires.

RÈGLES PRATIQUES POUR L'APPLICATION DES CONTRE-POIDS.

« Les calculs nombreux que j'ai eu l'occasion de faire, dit M. Lechatelier, les discussions que j'ai eu l'occasion d'entreprendre à ce sujet, m'ont amené à formuler plusieurs règles pratiques que je reproduis ici :

1° Dans les machines à cylindres extérieurs, à roues indépendantes, dans lesquelles l'axe des cylindres est peu écarté des roues, on peut se contenter d'appliquer directement à l'opposé de chaque manivelle, sur la circonférence décrite par son bouton, un poids égal à la somme des poids de la manivelle (rapportée à son bouton), de la bielle motrice, du piston complet (tige et tête comprises), et du plongeur de la pompe alimentaire, s'il est mené directement par le piston. Ce poids peut être représenté par un renflement du moyeu ou par un poids équivalent placé entre les rayons des roues et réduit en raison inverse de la distance de son centre de gravité à l'axe de l'essieu moteur.

Il n'y a pas d'inconvénient à négliger l'angle que devrait faire le contre-poids résultant avec le prolongement de la manivelle, et à prendre un poids un peu inférieur à celui que le calcul indique; on évite ainsi d'augmenter la surcharge que le contre-poids du piston tend à faire éprouver au rail, surcharge qui n'a aucun inconvénient pour la conservation de la voie, mais qui peut déterminer une usure locale du bandage, plus rapide que si toutes les parties de la roue étaient parfaitement équilibrées.

2° Dans les machines à cylindres extérieurs et à roues accouplées, on peut également négliger l'angle calculé 7° 31′ 10″ et placer les contre-poids directement à l'opposé des manivelles d'accouplement, on peut, en outre, négliger sur chaque roue la composante perpendiculaire à la manivelle, et prendre pour la valeur du contre-poids celle de la composante opposée à la manivelle; de cette manière, on dépasse un peu l'équilibre du mouvement de tangage, et on reste au-dessous de l'équilibre du mouvement de lacet.

Dans ces machines, il convient, pour éviter l'usure du bandage par l'effet de la pression verticale d'une partie du contre-poids, de calculer à part le contre-poids des parties tournantes pour chacune des roues, et celui des parties soumises au mouvement horizontal (moitié de la bielle motrice, piston et accesoires), et répartir ce dernier contre-poids par parties égales sur chacune des roues accouplées. Si l'on suppose, par exemple, pour une machine à six roues accouplées, que, par le calcul, on trouve qu'il faut placer sur la roue motrice 380 kilogrammes, et sur chacune des roues d'avant et d'arrière 75 kilogrammes, et que dans le poids de 380 kilogrammes, le piston et les autres pièces ap-

La bonne confection des essieux est d'une très-grande importance dans le service d'une machine, aussi des essais de tous genres ont-ils été tentés pour en améliorer la fabrication. Parmi les plus importants, nous signalerons ceux de MM. Pétin et Gaudet de Rive-de-Gier, qui ont réussi à livrer aux compagnies de chemins de fer, des essieux solides, homogènes et supérieurement forgés.

Leurs procédés que nous avons en partie fait connaître dans un volume précédent (1), consistent à employer des paquets composés de barres présentant des sections trapézoïdales ou à secteur et à les souder autour d'un axe central ; la liaison des molécules est ainsi plus intime, plus régulière, et la cassure qu'on en obtient est d'un brillant et d'une finesse parfaite.

Axe ou essieu d'avant, *leading.* — L'axe du devant de la machine. Dans les locomotives à huit roues on emploie deux axes en avant de l'essieu moteur, et dans ce cas particulier ces axes prennent le nom d'axes d'avant *leading axles.*

Axe ou essieu d'arrière, *trailing.* —Le dernier essieu de la machine, ordinairement placé sous la plate-forme du mécanicien. Dans les nouvelles dispositions brevetées de Stephenson et de Crampton, l'axe des roues motrices se trouve le dernier, c'est-à-dire à l'arrière.

Bandages, *tires.*—Rondelles en fer qui entourent les roues et qui sont en contact avec les rails. A cause de ce contact et pour les guider sûrement, chacun de ces bandages est renflé à l'intérieur par un boudin. Dans la machine Crampton, les roues sont entièrement en fer et d'une seule pièce.

MM. Pétin et Gaudet de Rive-de-Gier ont imaginé tout dernièrement un mode de fabrication des roues de wagons d'un seul morceau de fer forgé : nous en rendrons compte dans le prochain volume.

Bande des tiroirs, *slive-valve lap.*— Partie pleine, destinée à fermer les canaux ou conduits de vapeur. Quelquefois cette partie, qui d'habitude a les mêmes dimensions que l'ouverture qu'elle intercepte, est augmentée dans le sens de la hauteur

partenant à la même catégorie, entrent pour 150 kilogrammes, il convient de répartir ce poids en trois parties égales sur les trois roues, et on a alors :

Contre-poids des roues motric s.	280 kilog.
Contre-poids des roues d'avant.	125
Contre-poids des roues d'arrière.	125
Total.	530

La variation de pression verticale sera due pour chaque roue à un poids de 50 kilogrammes seulement.

3° Dans es machines à cylindres intérieurs, à roues indépendantes ou accouplées, il faut dans tous les cas appliquer exactement le résultat du calcul, et tenir compte, en conséquence, de l'angle 18° 25' 50" et de la valeur des contre-poids résultant. Pour les machines neuves, il faut faire le calage des roues sur l'essieu, de telle sorte que la bissectrice de l'un des angles compris entre deux rayons consécutifs fasse exactement, avec le prolongement de la manivelle, l angle en question. Pour les machines à roues accouplées, les rayons des manivelles d'accouplement doivent être calées de la même manière.

Quelques machines à cylindres intérieurs ont déjà reçu des contre-poids calculés comme je viens de l'indiquer, et ont donné les résultats les plus satisfaisants. On ne doit pas négliger d'appliquer des contre-poids à ces machines, quoiqu'elles ne soient pas soumises au mouvement de lacet dans les circonstances habituelles ; l'utilité principale des contre-poids est de détruire le travail intérieur qui a lieu dans le bâti et dans tous les assemblages de la machine, et aux inconvénients duquel les machines ne sont pas soustraites par la disposition de leurs cylindres. »

(1) Public. industr., V° vol., 8° livraison, p. 402.

des canaux, afin de former ce qu'on appelle *le recouvrement*. Quelquefois aussi, et cette habitude devient générale, la partie extrême, qui devrait se trouver exactement à la hauteur de l'orifice d'entrée lorsque le piston est à l'extrémité de la course, a déjà commencé à découvrir cet orifice d'une petite quantité variant de 3 à 12 millimètres. Par ce moyen, les orifices d'entrée reçoivent presque immédiatement toute la vapeur nécessaire.

On obtient l'avance du tiroir en calant l'excentrique dans une position telle, qu'il forme avec la manivelle un angle correspondant à l'avance qu'on désire obtenir. (Voyez 2e liv. tom. IIIe).

Barreaux ou grille, D, *fire bars*. Barreaux de fer formant la surface inférieure de la boîte à feu ; ces barreaux reposent par leur extrémité sur un châssis fixe; ils peuvent se retirer à volonté et se retirent en effet chaque fois que la machine, rentrant en gare, ne doit plus faire de service. On a essayé divers systèmes de barreaux mobiles ou de châssis tournants destinés à faire mouvoir d'un coup la totalité de ces barreaux; on n'a pu réussir en raison de l'action du feu qui détruisait bien vite les combinaisons mécaniques imaginées.

Barre d'attelage, *drag bar*.—Forte tige en fer percée d'un œil à chaque extrémité et reliant la machine avec le tender au moyen d'un fort boulon à poignée (*drag-bolt*). Des chaînes à crochet (*drag-hook and chain*), et un fort ressort (*drag-spring*) complètent ce mode d'attache.

Bielle, B^2, *connecting-rod*.—Forte pièce en fer qui relie le piston par sa tige à l'axe de la roue motrice par la manivelle, et donne ainsi le mouvement à toute la machine. Chaque bielle est munie de deux et quelquefois trois paires de coussinets (*connecting-rod bearings*), si la tige est à fourchette. Ces coussinets sont maintenus par de fortes brides en fer (*connecting-rod straps*), et serrés à volonté par des clés et clavettes (*keys and cotters*).

Bielles de connexion, *connecting-rods outside* ou *side rods*. — Tiges en fer qui dans les machines à marchandises relient toutes les roues entre elles. De cette manière, l'une ne peut marcher sans l'autre, et l'adhérence est complète ainsi que l'a démontré M. Tourasse dans le mémoire que nous avons cité.

Boîtes a étoupes, *stuffing-boxes or glands*. — Boîtes qui reçoivent, soit une garniture d'étoupes, soit, dans quelques cas, une garniture métallique pour rendre étanche l'ouverture de diverses tiges mobiles et empêcher la fuite de la vapeur.

Boîte a feu, A, *fire-box*.—La capacité qui contient le feu ou foyer. Elle est ordinairement construite en cuivre rouge d'une assez forte épaisseur et recouverte d'une deuxième enveloppe en tôle, formant avec la première un espace libre d'un décimètre environ. Cet espace est rempli d'eau et protégé par des rivets taraudés dans les deux enveloppes.

Dans quelques grandes machines, la boîte à feu est divisée par une cloison (*fire-box partition*) dans laquelle on admet l'eau. Cette division a lieu environ jusqu'à la hauteur de la porte du foyer (*fire-box door*), et sert à augmenter la surface de chauffe (*heat surface*).

Pour empêcher la boîte à feu de se déformer à la partie supérieure par la pression de la vapeur, on la garnit à l'extérieur d'armatures en fer (*fire-box stays*), fortement boulonnées et croisées en longueur et largeur.

Boîte a fumée, K, *smoke-box*.—La partie de la chaudière sur laquelle la cheminée est placée. Dans les machines à cylindres intérieurs, ces derniers sont placés dans la boîte à fumée, ce qui les maintient, ainsi que les tuyaux d'arrivée, à une haute

érature. La porte de cette boîte (*smoke-box door*) qui termine l'avant de la ine, s'ouvre et se ferme par une poignée manœuvrant un excentrique intérieur juets.

ÎTES A SABLE, *sand-boxes.*—Sur plusieurs machines anglaises, on place près oues motrices des boîtes remplies de sable qui s'écoule par un petit tuyau sur ie. Cette application n'a lieu que pour augmenter l'adhérence lorsque le temps umide et que les roues tendent à patiner.

UCHONS A VIS, *mud plugs.* — Ces bouchons sont ordinairement placés à la e inférieure du foyer pour permettre le nettoyage qui s'effectue en introduisant 'une des ouvertures le tuyau d'une pompe dont la force de jet chasse les or-s, dépôts ou impuretés par les autres ouvertures.

ISSE A EAU, *tank.*—Partie du tender qui contient l'eau.

NDRIER, *ash-pan.* — Boîte en tôle fixée à la partie inférieure de la boîte à feu recueillir les cendres ou escarbilles qui s'échappent de la grille. Cette capacité ouverte que du côté de l'avant de la machine et n'existe pas sur toutes les loco-ves. Néanmoins son application rend des services, en raison du ramassage des nents de coke qu'elle évite complétement, et des accidents que peuvent produire nêmes fragments enflammés.

us apprenons que le gouvernement oblige maintenant les compagnies à munir s leurs machines de cendriers.

IASSE-PIERRES, A'', *rail or life-guards.*—Fortes tiges de fer suspendues au cen-e la machine et descendant jusqu'à fleur de la surface des rails. Leur objet est iasser sur le côté les corps étrangers qui pourraient obstruer la voie ; quelquefois es entoure ou on les fait précéder de quelques brins de bouleau formant balai un nettoyage plus complet.

IASSIS A CENDRES OU ESCARBILLES, *cinder frame.* — On donne ce nom à un el appareil imitant les lames d'une persienne et permettant aux morceaux de enflammés qui circulent dans l'intérieur des tubes, de ne pas se projeter dans heminées avec une aussi grande force. L'appareil est d'une combinaison telle n sortant des tubes la plupart de ces résidus tombent dans la boîte à fumée.

ıns la machine Crampton, une grille horizontale tamise en quelque sorte ces uits de la combustion, et ne laisse échapper à l'extérieur que les poussières ou arcelles fines.

ne machine du même système, *Liverpool*, fonctionnant en Angleterre est éga-nt munie devant les tubes d'un châssis à persiennes ; on lui donne le de *Damper*.

IASSIS, SUPPORT OU LONGERON, *frame.*— On appelle ainsi le fort cadre en fer é placé en dehors des roues, et supportant la chaudière par des équerres et toute achine par l'appui sur les essieux.

uelques machines ont leur cadre ou châssis en dedans des roues ; on les appelle *de framed engines.*

ans la machine Crampton, le châssis est formé de deux fortes plates-bandes en forgé s'étendant dans toute la longueur de la machine. A ces dernières sont lonnées d'autres feuilles transversales fixées, soit sous les cylindres pour les eoir directement, soit sous différentes parties de la chaudière pour supporter taines pièces du mécanisme.

CHAUDIÈRE, E, *boiler.*—La source ou la génération de tout le pouvoir de la ma-ine. Extérieurement, elle consiste en un fort tube cylindrique terminé d'une part

par la boîte à feu ou le foyer et de l'autre par la boîte à fumée. Intérieurement elle est garnie, comme on sait, de tubes qui occupent environ les deux tiers de sa capacité; c'est dans l'intérieur de ces tubes que circulent l'air chaud et les gaz qui s'échappent dans la cheminée. La boîte à feu est construite habituellement en fort cuivre rouge; recouverte par une deuxième enveloppe en tôle, elle est, comme tous les tubes, entourée d'eau pour produire la vapeur avec rapidité.

La surface de chauffe des chaudières de la locomotive varie de 35 à 180 mètres quarrés. La force de la machine est déterminée par la facilité ou la capacité de génération de la vapeur dans la chaudière; quelle que soit la dimension des cylindres, s'ils ne sont pas alimentés par un jet de vapeur à une température convenable, le rendement réel est inférieur à la force nominale : de là, l'importance des chaudières construites dans de bonnes conditions évaporatoires.

Dans la machine Crampton, la chaudière n'est pas cylindrique; sa section forme un ovale, peu prononcé il est vrai, mais permettant néanmoins d'y loger une plus grande quantité de tubes, sans augmenter la largeur extérieure; ces tubes reposent vers leur milieu sur une plaque percée *s''* qui empêche leur affaissement probable. Toute la capacité est pourvue suffisamment d'entretoises pour qu'on n'ait à craindre aucune rupture ni déchirement.

CHEMINÉE, M, *chimney*.— La cheminée est déterminée en dimensions, pour chaque machine, de manière à activer conjointement avec le tuyau d'échappement, la combustion du coke. Nous avons expliqué, Ve volume, page 42, l'action physique qui produisait ce tirage artificiel; nous n'y reviendrons pas aujourd'hui. A ce sujet, néanmoins, nous mentionnerons une partie du travail dû à M. Cadiat aîné, ingénieur, et relatif au moyen d'utiliser le travail mécanique employé pour produire le tirage dans le foyer des locomotives.

« Dans tous les foyers, dit l'auteur, le tirage est le produit d'un travail mécanique effectué par la chaleur ou par tout autre agent. Ce travail est souvent considérable, il absorbe quelquefois une grande partie de la puissance totale développée par le combustible. Dans les locomotives surtout il diminue énormément le travail utilisé, c'est-à-dire, le travail qui opère la traction des convois. Jusqu'ici on paraît s'être peu occupé de rechercher s'il n'y avait pas quelque possibilité de réduire cette perte, ou quelque moyen d'appliquer à la traction une partie du travail uniquement dépensé pour donner le mouvement à la fumée.

Cependant une telle recherche est importante, puisque dans les locomotives, le travail mécanique employé à produire le tirage est ordinairement de quarante à cinquante chevaux, et dans certaines locomotives il s'élève jusqu'à cent chevaux (1). Cette puissance énorme, consommée en pure perte pour la traction, se retrouvant en partie dans la masse de fluide mise en mouvement, m'a paru susceptible d'être utilisée. En effet, aux yeux du mécanicien, une masse pesante en mouvement, qu'elle soit solide, liquide ou gazeuse, ne représente qu'un travail mécanique accumulé, qu'il est toujours possible, théoriquement parlant, de transformer et d'utiliser. Il ne s'agit pour y parvenir que de faire un choix judicieux parmi les machines ou récepteurs les plus propres à transformer le travail.

Le moyen qui m'a paru le plus sûr, pour utiliser la force vive dont la fumée est

(1) Ce travail ne paraîtra pas exagéré si l'on considère la grande vitesse de ces moteurs et la haute tension de la vapeur qui les met en mouvement. Dans les machines Crampton, cette évaluation ne dépasserait pas le cinquième de la puissance totale. — Ar.

animée, lors de sa sortie d'une cheminée, sans contrarier l'effet du tirage dans le foyer, consiste à faire agir cette force vive directement sur la cheminée elle-même, par l'effet de la réaction. Pour cela, il suffit de recourber la cheminée de manière que l'orifice de sortie soit dirigé dans le sens opposé à celui dans lequel cette cheminée se meut. C'est-à-dire, que dans une locomotive il suffit de recourber la cheminée vers l'arrière et de diriger la fumée dans le sens horizontal, au lieu de la diriger dans le sens vertical.»

Les calculs théoriques auxquels M. Cadiat s'est livré relativement à la machine Crampton, sont réellement favorables à ce système. Espérons que l'expérience que l'on va faire au chemin de Lyon viendra les consacrer.

CLAPET, *clack*.—On désigne sous ce nom le système complet des soupapes d'une pompe, et on le fait précéder comme dans beaucoup de cas, des désignations qui ont rapport à la fermeture par clapets. Ainsi, *clack box* signifie la boîte d'alimentation à clapets qui est fixée sur le côté de la chaudière, et dont le boulet est soulevé par la force de l'eau lors du refoulement pour retomber et empêcher toute fuite lors de l'aspiration; *clack seats* signifie les siéges.

CLAVETTES ET GOUPILLES, *split-pins and cotters*. — Clavettes plates et rondes, qu'on introduit habituellement dans l'extrémité des boulons pour presser l'écrou et empêcher le desserrage. Ordinairement ces clavettes sont à tête d'un côté et fendues de l'autre pour recevoir le goujon ou la goupille (*pin or cotter*) qui empêche leur chute.

CONTRE-PRESSION, *steam compression*. — La vapeur qui, ayant accompli son action sur l'une des faces du piston, mais qui ne s'étant pas encore échappée par l'ouverture de sortie (*exhaust-port*), forme une pression nuisible qui s'oppose au mouvement du piston dans l'autre sens. Pour diminuer autant que possible ce fâcheux effet on est dans l'habitude de donner aux orifices de sortie une très-large surface, en même temps que le tiroir qui les découvre est lui-même combiné pour offrir une avance considérable.

CONTRE-POIDS, *balance weights*.—Poids employés pour contre-balancer les pistons, manivelles, etc.

Le contre-poids du piston se meut entre deux guides parallèles; celui du mouvement de la distribution est suspendu à un levier particulier, placé sous la chaudière, enfin celui de la manivelle et de la bielle est fixé à l'intérieur de la jante des roues motrices.

A ce sujet nous citerons encore un fragment de l'important travail de M. Le Chatelier sur la « Stabilité des machines locomotives. »

Les machines locomotives en mouvement sont soumises, comme nous l'avons dit plus haut, à deux perturbations principales : le *mouvement de tangage*, qui consiste en oscillations d'avant en arrière, et *vice versa;* le *mouvement de lacet*, produit par des oscillations angulaires de gauche à droite et de droite à gauche.

La cause de ces deux pertubations est la même ; c'est l'inertie des masses animées d'un mouvement relatif dans le système général de la machine.

Les roues et les essieux qui tournent sous la machine avec des vitesses angulaires de trois à quatre tours par seconde, sont soumis, dans toutes leurs parties, à l'action de la force centrifuge. Cette action est détruite par la résistance des pièces elles-mêmes, lorsque les masses élémentaires sont distribuées symétriquement autour de l'axe; mais il n'en est pas de même pour la partie excentrée de la manivelle, pour la tête de la bielle motrice qui embrasse le bouton de la manivelle. La

force centrifuge qui sollicite ces pièces n'est pas équilibrée; elle sollicite l'essieu moteur, suivant une direction qui varie à chaque instant avec la position de la manivelle. Le mouvement de va-et-vient du piston engendre une action analogue qui agit tantôt en avant, tantôt en arrière, sur l'axe de l'essieu moteur.

Ces efforts occasionnent une prompte destruction des différentes parties de la machine et nécessitent l'adoption de dimensions très-fortes pour les pièces qui les supportent. Le mouvement de lacet est une cause de danger très-grave ; il détermine également la dégradation des pièces de la machine; en outre, ces actions intérieures, dont on n'a combattu jusqu'ici les effets extérieurs que par la force brutale du poids ou de la rigidité des pièces, absorbent une partie très-notable du premier moteur.

On détruit radicalement la cause de ces actions perturbatrices en appliquant entre les rayons des roues des blocs de métal, calculés et disposés de manière à donner, sur chaque roue, une force centrifuge égale et directement opposée à la résultante de toutes les composantes des actions perturbatrices ramenées dans le plan de la roue. La conséquence de cette application est évidente ; c'est la suppression absolue du mouvement de tangage et du mouvement de lacet. »

L'expérience a démontré en effet que les résultats de la théorie se vérifiaient d'une manière mathématique. Les machines les plus instables, dès qu'on équilibre suffisamment les roues, marchent à des vitesses qu'on n'aurait pas pu atteindre auparavant, sans manifester la moindre oscillation longitudinale et latérale.

COURSE DU TIROIR, *slide valve travel.*—Longueur de marche du tiroir, dans une direction, pour chaque coup de piston. Cette course est réduite à volonté lorsqu'on veut marcher à détente, par les coulisses dont nous avons parlé.

COUSSINETS, *axle-bearing.* — Partie métallique composée d'un mélange d'étain, de plomb, d'antimoine ou de zinc et sur laquelle tournent les tourillons des axes horizontaux. Dans ce cas ils servent de supports (*bearing*). Cette partie est tournée au même diamètre que les collets et ajustée avec beaucoup de soin. Une mèche formant siphon la lubrifie constamment afin de réduire autant que possible le grippement et le frottement mutuel des deux pièces.

M. Decoster a imaginé depuis quelques années un système de graissage continu, qui offre de grands avantages. La boîte à coussinet (*axle-box*) est construite exactement comme celles que l'on applique habituellement sur les essieux et contient le coussinet supérieur sur lequel s'exerce la pression du tourillon ; mais en outre, elle renferme à sa partie inférieure un réservoir d'huile. Dans ce réservoir, se meut à volonté, et par un mécanisme très-simple, une boîte en cuivre, contenant une éponge ou des tresses constamment alimentées par deux réservoirs latéraux.

Il suffit, à chaque station, d'appuyer sur le mécanisme qui fait mouvoir la boîte mobile pour que celle-ci, plongeant dans le réservoir, s'y imprègne de nouveau d'une quantité d'huile plus que suffisante pour le parcours suivant.

Avec ce système, les huiles ne s'échauffent jamais en raison de la grande quantité qu'elles présentent au contact, et la surabondance n'est point perdue puisqu'elle retourne, à chaque oscillation, au réservoir inférieur.

Le tout est recouvert par le chapeau ordinaire (*axle-box cover*), de sorte que l'aspect extérieur n'est aucunement changé.

CYLINDRES, A', *cylinders.*—Capacité qui reçoit la vapeur et dans laquelle se meut le piston. Ordinairement les cylindres s'établissent en fonte ; ils sont alésés et percés d'outre en outre pour recevoir à chaque extrémité un couvercle (*cylinder cover*);

leur partie inférieure est munie de robinets (*cylinder-cocks*) qui servent à la purgation des vapeurs condensées. Un robinet particulier lubrifie constamment le piston pendant sa marche.

Dans la machine à grande vitesse du système Crampton, chaque couvercle est traversé par une tige particulière servant : la première, pour commander le piston à vapeur, et la deuxième, qui se fixe après ce dernier, pour donner le mouvement au piston de la pompe alimentaire.

Dome, H, *dome*.—La partie conique et surélevée de la chaudière, servant de chambre ou de prise de vapeur dans un grand nombre de machines, et terminant la partie supérieure de la boîte à feu. Les soupapes de sûreté sont ordinairement placées au point culminant de ce dôme. Dans la machine Crampton, ces soupapes sont placées sur une petite boîte ou tubulure, ménagée exprès à l'arrière de la chaudière, de sorte que cette dernière n'offre à l'œil aucune surélévation importante. Un couvercle, ou enveloppe en bronze (*dome cover*), entoure quelquefois la partie saillante pour empêcher le refroidissement.

Depuis quelques mois, la compagnie du Nord fait ajouter à chacune des machines Crampton une espèce de dôme, ou de boîte carrée, servant à surélever les soupapes et le sifflet. Avec la disposition adoptée et dessinée sur les pl. 16 à 18, la vapeur qui s'échappait de ces dernières parties nuisait notablement au mécanicien et l'empêchait d'ailleurs de dominer de son regard la voie qu'il parcourait.

Entretoises, *stays*. — On désigne sous ce nom les tringles de fer qui relient les diverses parties de la locomotive et du tender. Suivant leur usage, on les désigne par les appellations suivantes :

Stays outside, lorsqu'elles relient la chaudière et le longeron.

Stays inside boiler, lorsque, placées à l'intérieur de la chaudière, elles la protègent contre les déformations.

Stays inside frame, pour représenter le cadre intérieur qui supporte les coussinets intérieurs des roues motrices et d'autres parties de la machine.

Entretoises des chassis, x^4, *axle-guard stays*. — Les tiges de fer boulonnées aux longerons et à toutes les extrémités des guides des coussinets.

Enveloppe de refroidissement, J, *cleading*. — Pour empêcher l'air extérieur de refroidir la surface de la chaudière, on entoure celle-ci d'une enveloppe en bois, en tôle, en zinc, etc. Les premières machines du Nord étaient recouvertes d'une enveloppe de feutre et d'acajou. Celles du système Crampton le sont de bois et de tôle.

Excentriques, H' H^2, *eccentrics*. — Rondelles circulaires, percées d'un trou pour le passage de l'essieu moteur; ce trou est percé en dehors du centre, afin que la bague ou collier (*eccentric hoops*) qui est enchâssée dans la rondelle et qui est mobile sur cette dernière, puisse communiquer le mouvement alternatif au tirant, ou à la barre, (*eccentric rod*), et par suite aux leviers de distribution, aux pompes, etc.

Afin d'établir des excentriques d'un diamètre plus restreint que dans les locomotives ordinaires, MM. Derosne et Cail montent ce dernier organe (machine Crampton) sur le prolongement du bouton de la manivelle, coudé suffisamment pour le passage de la bielle, de sorte que le diamètre, tout en transmettant la même course, peut être réduit de toute la différence qui existe entre le diamètre de l'essieu et celui du bouton.

Par cette disposition les excentriques sont tous quatre placés en dehors de la machine, entre le cadre extérieur et la chaudière.

Frein, *brake*. — Combinaison de tiges, leviers et vis, par laquelle des blocs de bois, de chanvre ou d'autres matières, mais particulièrement de bois, sont mis en contact fortement avec les roues du tender pour arrêter la machine ou le train. Il suffit simplement d'agir sur une manette ou petit volant, placé à la portée du conducteur, pour mettre en mouvement tout le système du frein et obtenir l'effort nécessaire.

Dans un temps sec, les sabots (*brake blocks*) sont susceptibles de s'enflammer et de produire une fumée qu'on sent aisément de l'intérieur des wagons; aussi les soins les plus grands sont-ils employés à leur construction. Des ferrures (*brake angleplates*) consolident suffisamment les sabots.

On désigne en anglais les diverses pièces du mécanisme des freins par le mot *brake*, qu'on fait précéder des différentes désignations du mécanisme. Ainsi on dit *brake levers*, *brake pinion*, *brake rods*, *brake screw*, pour signifier les leviers du frein, le secteur du frein, les tiges, la vis, etc.

Guide des coussinets, *axle-guards* ou *horn-plates*. — Les parties du châssis extérieur, ou longeron, entre lesquelles se meuvent les boîtes de roues, actionnées par les ressorts.

Indicateur de pression, *steam indicator*. — Instrument avec lequel on se rend compte de la pression constante du cylindre et des variations qu'elle subit par la détente. Les indications sont tracées par un crayon sur un petit rouleau de papier, pour servir aux observations ultérieures : c'est le registre de la pression.

Toutes les machines ne sont pas munies constamment d'indicateur; ces instruments ne sont employés que lorsque des expériences en nécessitent l'usage.

Jauge ou robinets de jauge, *gauge cocks*. — Robinets fixés à la chaudière pour pouvoir s'assurer à chaque instant de la hauteur ou du niveau de l'eau et de la vapeur. Cet instrument est complété par un indicateur, ou niveau d'eau constant (*gauge glass*), formé d'un fort tube de verre, relié également à la chaudière par deux tubulures à robinet; la première, la vapeur; la deuxième, l'eau, de sorte qu'il s'établit dans le tube un niveau qui est la représentation exacte de celui de la chaudière. Un petit robinet est placé à la partie inférieure du tube pour permettre son nettoyage, qui s'effectue en vidant d'abord l'eau qu'il contient, puis en chassant un jet de vapeur qui débarrasse les parois des impuretés qui l'obstruent. Dans cette opération, il faut tenir fermé le robinet inférieur qui communique avec la capacité de la chaudière, habituellement remplie d'eau.

Une petite lampe (*gauge lamp*) est placée la nuit contre ce dernier appareil, afin que le mécanicien puisse à tout instant en constater les effets.

Lampes de signal (*signal lamps*).—Lampes de grandes dimensions, employées comme signaux pendant la nuit et les temps de brouillard. Elles sont munies d'un réflecteur de couleur, suivant ce qu'elles doivent annoncer. Quelques-unes de ces lampes, construites d'après le système de M. Cutts de Sheffield, sont établies avec des verres sphériques pour décomposer la lumière et offrir ainsi une nuance particulière.

Leviers a main, manette, *hand gear*. — On donne en général ce nom aux divers leviers placés sur la plate-forme, à la portée du mécanicien, soit pour le changement de marche, soit pour la purge des cylindres, etc.

Mécanisme de distribution et de détente, *expansion gear*. — On désigne sous ce titre le secteur denté, les contre-poids, guides, leviers et manettes, qui servent à opérer soit le renversement de vapeur pour la marche en arrière, et récipro-

quement, soit la variation de la détente par les coulisses de Stephenson. Les nouvelles machines ne reçoivent plus à présent de mécanisme de détente particulier; c'est la hauteur plus ou moins grande des coulisses dont nous parlons qui modifie à volonté la course des tiroirs, et qui, combinée avec le recouvrement (*overlap*) de ceux-ci, détermine un degré de détente qui peut varier entre les 2/3 ou les 3/4 d'admission.

Orifices de distribution, *v*, *steam ports*. — Ce sont les ouvertures qui admettent la vapeur au haut et au bas du cylindre; c'est par ces mêmes ouvertures que la vapeur qui a accompli son action s'échappe pour passer dans la coquille du tiroir et se rendre à l'orifice de sortie (*exhaust port*).

Piston, C', *piston*. — Corps métallique circulaire, plat à chaque extrémité et garni de bagues métalliques à ressorts (*piston rings or packing*), pour faire joint parfait avec le cylindre dans lequel il se meut.

Ce piston reçoit la vapeur alternativement sur ses deux faces, ce qui lui procure un mouvement analogue se transmettant par la tige de fer ou d'acier (*piston rod*), la bielle et la manivelle aux roues motrices.

Plate-forme, *foot-plate*. — La plaque de tôle sur laquelle le mécanicien ou le chauffeur se tiennent pendant les voyages. Cette plaque est à charnière et recouvre tout l'assemblage du tender et de la locomotive en unissant ces deux parties.

Plongeur ou piston, S'', *pump plunger orram*.—La tige métallique qui, manœuvrant dans l'intérieur de la pompe alimentaire, détermine l'aspiration de l'eau du tender et le refoulement de cette dernière dans la chaudière. Comme nous avons eu l'occasion de le mentionner déjà, les pompes de locomotive sont mises en mouvement de différentes manières, soit par des excentriques particuliers, calés sur l'arbre moteur, soit directement par le piston à vapeur, au moyen d'une tige fixée à celui-ci. Dans ce dernier cas, la pompe alimentaire marche à la vitesse du piston à vapeur, et quoiqu'on paraisse satisfait de ce genre de commande, nous hésitons à lui reconnaître les conditions rationnelles d'un bon mouvement. Hâtons-nous d'ajouter qu'avec l'énorme vitesse de la machine Crampton on a toujours la quantité d'eau plus que nécessaire à l'alimentation de la chaudière.

Pompe a main, *hand pump*. — La pompe placée accidentellement sur le côté de la boîte à feu, et qui sert à effectuer l'alimentation lorsque la machine n'est pas en vapeur. Cette pompe est manœuvrée par un levier horizontal.

Pression, *pressure*. — La force élastique de la vapeur comprimée. En France on l'évalue généralement en kilogrammes par centimètre quarré de surface, et, en Angleterre, en livres (avoir du poids) (0^k453) par pouce quarré ou $6^{c.q}44$.

Raccord, *union screws or joints*. — L'assemblage à rotule qui unit les tubes d'alimentation du tender avec ceux de la locomotive; cet assemblage est établi de manière que les machines puissent recevoir l'impulsion et l'écartement dans plusieurs sens divers sans occasionner de ruptures. Nous avons dit plus haut que quelques machines étaient pourvues de tubes élastiques pour éviter à la fois les inconvénients dont nous parlons et les joints à rotule.

Rampe ou garde-corps, *r*, *hand-railing*.—Tige cylindrique horizontale régnant sur toute la longueur de la machine et servant de point d'appui pour le mécanicien lorsqu'il veut visiter diverses parties de son moteur.

Régulateur, P, *regulator*. —Valve, tiroir ou soupape manœuvrée par le mécanicien pour régler l'admission de la vapeur dans les cylindres. On emploie divers moyens pour arriver au même résultat. Tantôt c'est un robinet dont on manœuvre la clé, tantôt un tiroir qu'on fait monter ou descendre au moyen d'une manette

(*regulator handle and rod*), dans d'autres dispositions c'est un papillon à ouvertures alternativement obstruées ou découvertes, enfin c'est quelquefois, comme dans les machines Crampton, un volant à main de grand diamètre qu'on manœuvre par des poignées de la manière la plus douce et la plus commode.

Ce volant qui commande une tige unique ouvre à la fois les conduits des deux cylindres, et ceux-ci sont disposés d'une telle manière que la vapeur n'y arrive que graduellement et régulièrement.

RESSORTS, F², *springs*. — Assemblage de fortes bandes d'acier, fixées aux châssis des machines pour supporter la chaudière et le mécanisme sur les divers axes ou essieux desquels ils prennent le nom. La pression s'exerce sur les coussinets au moyen de ces ressorts ; elle peut être réglée à volonté au moyen de pattes ou crochets (*spring-hooks*) munis de vis et écrous déterminant la plus ou moins grande élasticité. Des tiges centrales (*spring-pins*) agissant directement sur les coussinets règlent et soutiennent la pression totale.

RESSORTS DES TAMPONS, *buffer springs*. On désigne ainsi les ressorts d'acier qui reçoivent le choc des tampons et qui tendent à le soutenir en l'amortissant. Depuis quelques années on emploie des rondelles en caoutchouc pour le même usage et même des ressorts à boudin de grosse dimension. La pratique a sanctionné l'usage de cette première application, et le système des tampons (*buffers*) élastiques se répand de jour en jour.

Les locomotives du système Crampton sont munies de tampons ordinaires D² formés d'une enveloppe en cuir (*leather*) cerclée avec du fer rond et remplie de crin, poils d'animaux ou autres substances élastiques.

Ces tampons sont placés en tête de la machine sur la traverse frontale (*buffer beam*) ; leur distance d'axe en axe est de 5 pieds 8 pouces (1ᵐ 727) dans la machine anglaise *Liverpool* : dans celle que nous décrivons elle est également de 1ᵐ 727.

Les tampons sont traversés par une tige qui pénètre de leur intérieur dans la traverse en bois qui les réunit.

ROBINETS D'ESSAI OU D'ÉPREUVE, *pet-cocks*. — Petits robinets qu'on ouvre à de certains moments pour s'assurer que les pompes à eau fonctionnent convenablement.

ROBINETS DE VIDANGE, *blow-off-cocks*. — Robinets fixés à la partie inférieure de la chaudière et destinés à être ouverts pour laisser échapper l'eau et les impuretés qu'elle contient.

ROUES, *wheels*. — Les roues de locomotive reçoivent plusieurs noms particuliers suivant la place qu'elles occupent et les fonctions qu'elles remplissent. Celles qui reçoivent l'action du moteur s'appellent roues motrices (*driving*), celles de devant (*leading*), celles de derrière (*trailing*)

Les roues du tender sont ordinairement d'une grandeur uniforme et d'un diamètre égal à celui des roues d'avant et d'arrière de leur machine.

SIFFLET, O, *whistle*. — Petit appareil en cuivre qui sert à donner des signaux d'avertissement.

Le bruit qu'ils produisent est causé par la vapeur, frappant sur une cloche qui les termine. Ce bruit peut s'entendre à quelques lieues : nous donnons plus loin la description d'un nouveau genre de sifflets à un ou plusieurs sons.

SOUPAPES DE SURETÉ, *safety-valves*. – Ces deux soupapes sont placées ordinairement sur la partie la plus haute de la chaudière, pour laisser échapper la vapeur, lorsque celle-ci a atteint une pression plus élevée que celle indiquée par les poids ou les balances à ressorts (*spring balance*). Cette dernière combinaison a

l'avantage de servir au besoin de manomètre en indiquant les atmosphères ou degrés d'atmosphères sur le tube vertical qui contient les ressorts. C'est maintenant à peu près la seule méthode employée pour régler les soupapes de sûreté.

TAMBOURS DES ROUES, *splashers*. — Le couvercle ou tambour qu'on place dans certaines machines sur les roues motrices, et dans la Crampton sur les roues en général pour empêcher d'une part les accidents qui pourraient arriver aux mécaniciens par le contact de ces roues, et de l'autre pour protéger les pièces mécaniques des éclaboussures enlevées assez souvent par les jantes.

TIROIRS, *slive-valve*. — On appelle ainsi la pièce mobile qui vient alternativement ouvrir ou fermer les ouvertures d'entrée de vapeur dans la boîte de distribution (*steam chest*). Le tiroir est mené par un cadre à tige cylindrique (*slide valve rod and frome*) qui se relie avec la coulisse (*rocking shaft*) par l'intermédiaire d'une tige carrée traversant un guide fixe (*slide valve rod guide*) boulonné à l'une des traverses du châssis principal.

TOURILLON, *journal or neck*. — La partie tournée et polie de l'essieu, destinée à se mouvoir sous les coussinets de la boîte qui les renferme. C'est la partie de la machine où une lubréfaction régulière est le plus nécessaire.

TRAVERSE OU TÊTE DU PISTON OU DE BIELLE, *cross head*. — Celle des pièces mobiles qui reçoit d'une part l'assemblage de la tige du piston et de l'autre la tête de bielle. Les extrémités inférieure et supérieure de cette pièce forment glissières (*cross-head blocks*) horizontales manœuvrant alternativement dans les coulisseaux *cross head guides* or *motion bars*. Ces diverses pièces constituent ce qu'on appelle en anglais *the motion of the engine*, le mouvement de la machine.

TROU D'HOMME, *man hole*. — Ouverture ménagée à l'extérieur de la chaudière, et disposée de manière qu'un homme puisse s'introduire à l'intérieur pour effectuer des nettoyages ou des réparations. Ce trou est formé par un couvercle (*man hole cover*) assemblé d'une manière étanche et pouvant néanmoins s'enlever lorsqu'il est nécessaire.

Dans la plupart des locomotives le trou d'homme sert plutôt à visiter les armatures du foyer qu'au nettoyage ou aux réparations : dans la machine Crampton ce mécanisme n'existe pas.

TUBES, F, *tubes*. — Les tubes sont habituellement construits en cuivre mince. On a fait quelques essais pour les établir en fer, mais jusqu'à présent ils n'ont pas réussi. Les tubes ont 40 à 50^{mm} de diamètre, ils règnent dans toute la longueur de la chaudière et sont fixés par des viroles dans les plaques intérieures des boîtes à feu et à fumée. Ils sont entourés d'eau extérieurement et communiquent par leur intérieur avec le foyer et la cheminée, en recevant la flamme et les produits de la combustion.

Le nombre des tubes d'une chaudière de locomotive varie suivant sa force et la capacité de son foyer.

Les premières machines du Nord en avaient 125.

Les machines Crampton employées sur le même chemin en ont 177.

Et la machine *Liverpool*, également du système Crampton, en a jusqu'à 301 c'est à la vérité une des plus puissantes machines qu'on ait exécutées.

TUYAUX A ROTULE ET BOULETS, *ball and socket-pipes*. — Les tuyaux de laiton employés dans la plupart des machines pour faire passer l'eau du tender dans la chaudière, ou la vapeur de la chaudière pour réchauffer l'eau du tender.

SOUPAPE A BOULET, *ball-valve*. — La soupape sphérique d'une pompe alimen-

taire. Dans la manœuvre cette soupape, qui est fondue creuse et fermée par un goujon taraudé, se soulève pour permettre l'entrée de l'eau de la pompe à la chaudière et retombe sur son siége, immédiatement après la course du plongeur, pour empêcher l'échappement de la vapeur de la chaudière ou le retour de l'eau au tender.

TUYAUX D'ALIMENTATION, *feed-pipes*. — Tuyaux en cuivre réunissant la boîte à clapets à la pompe alimentaire et cette dernière avec la chaudière pour lui envoyer l'eau nécessaire. Des robinets (*feed-pipes cocks*) à portée du mécanicien règlent cette alimentation dont la limpidité est garantie par une tête ou pomme d'arrosoir (*feed-pipe strainer or strum*).

TUYAU D'ARRIVÉE DE VAPEUR, R', *steam pipe*. — C'est le tuyau qui règne dans toute la partie supérieure de la chaudière et qui conduit la vapeur sèche aux cylindres. A cet effet, ce tuyau a son ouverture d'introduction à la partie la plus élevée du dôme ou prise la vapeur. Dans la machine Crampton, le tuyau porte sur toute sa longueur et de distance en distance des ouvertures qui admettent la vapeur qui en dernier lieu se rend au cylindre par deux conduits extérieurs. Sous le titre de *steam pipe for tender* on désigne le tuyau de vapeur qui sert à réchauffer l'eau du tender lorsqu'il y a nécessité. Ce tuyau est muni d'un robinet.

TUYAU D'ÉCHAPPEMENT, O', *blast pipe*. — Le tuyau qui s'adapte aux orifices de sortie des cylindres et qui débouche par sa partie supérieure dans le centre de la cheminée pour laisser échapper la vapeur dans l'atmosphère après qu'elle a accompli tout son travail sur les pistons.

L'intensité du feu ou le tirage est réglé par un registre dont l'amplitude d'ouverture est déterminée par le mécanicien.

Il devrait cependant y avoir quelques règles générales. En principe un tuyau d'échappement rétréci donne un tirage plus énergique, et produit par conséquent une plus grande quantité de vapeur en excitant la combustion du coke dans le foyer: mais il doit par suite maintenir une pression notable contre le piston.

Le calcul de la pression qui existe dans le tuyau d'échappement présente de nombreuses difficultés. Cette pression dépend de la quantité de vapeur consommée, de sa tension et de la vitesse de marche; elle est essentiellement irrégulière pendant chaque demi-révolution, et conserve ensuite un mouvement périodique.

En général le tuyau d'échappement de vapeur maintient contre le piston une résistance égale à 1/16 ou à 3/11 de la pression totale qui agit sur l'autre face du piston.

On paraît s'être arrêté définitivement au système d'échappement que nous avons décrit dans le ve volume de ce Recueil avec les locomotives du Nord construites par M. Hallette et MM. Derosne et Cail.

TUYAUX ÉLASTIQUES, *hose-pipes*. Dans plusieurs machines on semble préférer maintenant les tuyaux élastiques en canevas saturé d'une solution de caoutchouc, ou simplement de caoutchouc vulcanisé pour former une bonne liaison entre les tuyaux du tender et ceux de la machine. Ils supprimeraient les assemblages à rotule si leur emploi devenait réellement pratique.

VIROLES DES TUBES, *tube-ferrules*. — Rondelles de fer ou d'acier qu'on chasse à chaque extrémité des longs tubes en cuivre pour les fixer solidement avec les plaques qui les supportent. M. Lemaitre, dont l'industrie déplore la perte récente, avait créé une fabrication mécanique de ces viroles, qui permettait de réduire considérablement leur prix.

En Angleterre on emploie maintenant des viroles en fonte dont on paraît jusqu'à présent satisfait.

INSTRUMENTS DE PESAGE.

BALANCES-BASCULES A SIX PONTS,

POUR RÉGLER LES RESSORTS,

ET PESER LES MACHINES LOCOMOTIVES,

Par **MM. LOUIS SAGNIER et Ce**, à Montpellier.

L'appareil de pesage que nous avons représenté avec les diverses vues de la machine Crampton sur les pl. 16 à 18, est destiné à régler les ressorts des locomotives, en indiquant la charge supportée par chacune des six roues séparément et le poids total de la locomotive. Cet appareil, qu'on a pu remarquer à l'Exposition, supportait la locomotive construite dans les ateliers de MM. Ernest Gouin et Comp. (1)

Le but d'une telle machine est de régler, disons-nous, les ressorts des locomotives qui, par suite d'une action quelconque, se tendent et se détendent. Il arrive, dès lors, qu'un ressort trop tendu ou trop faible fait porter à la roue qui lui correspond soit un poids plus fort, soit un poids moins fort que celui que ladite roue devrait porter.

Ainsi, il arrive très-fréquemment qu'une roue qui est destinée à porter 4,000 kil., supporte, par suite du dérèglement de son ressort correspondant, 4,500 kil., 5,000 kil. et même 6,000 kil. Il résulte alors de cet accroissement de charge, que ladite roue, en adhérant sur le rail, s'use dans une proportion beaucoup plus grande, en même temps qu'elle use le rail sur lequel elle glisse.

Les administrations de chemins de fer ont donc un intérêt majeur, ainsi que l'ont reconnu successivement les ingénieurs des diverses compagnies, à avoir des locomotives parfaitement réglées.

Pour arriver à ce résultat, MM. Sagnier et Comp. ont construit une machine se composant de six ponts à bascule qui correspondent à chacune des six roues des locomotives.

Ces six ponts à bascule, que l'on met en fonction en même temps, accu-

(1) Nous donnons plus loin comme *Notice industrielle* une description de cette machine.

sent chacun le poids supporté par chaque roue *séparément*, et ils permettent ainsi, en serrant ou desserrant les ressorts, de répartir sur les six roues, soit également, soit dans une proportion quelconque voulue par la force de la machine, le poids total de la locomotive.

Afin que cet appareil pût servir à régler toutes les locomotives employées en France, les constructeurs ont donné aux ponts à bascule une force de 8,000 kil. et des dimensions suffisantes pour tous les cas. Ces dimensions, néanmoins, ne sont pas constantes, et elles peuvent varier suivant les écartements des essieux.

Une série d'expériences faites avec la machine de M. Gouin ont donné les résultats suivants :

NUMÉROS des EXPÉRIENCES.	Essieu de gauche. Charge en kilogrammes.	DÉSIGNATION des ROUES.	Essieu de droite. Charge en kilogrammes.	TOTAL.
1er.	k. 4225	Roues d'avant....	k. 4320	21.519
	5001	Roues motrices...	4695	
	1602	Roues d'arrière...	1676	
2e.	4469	Roues d'avant....	4274	21.516
	4581	Roues motrices...	4725	
	1765	Roues d'arrière...	1702	
3e.	4425	Roues d'avant....	4430	21.500
	4597	Roues motrices...	4452	
	1791	Roues d'arrière...	1805	
4e.	4470	Roues d'avant....	4425	21.504
	4376	Roues motrices...	4383	
	1766	Roues d'arrière...	1884	
5e.	4530	Roues d'avant....	4530	21.480
	4335	Roues motrices...	4240	
	1928	Roues d'arrière...	1917	

Ces résultats prouvent que les balances à six ponts peuvent servir à régler facilement les ressorts d'une locomotive, et faire connaître à très-peu près le poids total d'une locomotive.

Maintenant, nous devons faire observer un fait qui s'est révélé à la fin des expériences.

La locomotive de M. Gouin était munie d'un bâtis dont l'élévation au-dessus du rail était de 1m60.

Ce bâtis, au commencement des expériences, était inégalement nivelé, c'est-à-dire que la partie du devant de la machine était plus élevée que la

partie du derrière. Après la dernière expérience, on a reconnu que le bâtis était nivelé à 5^{mm} près.

En un mot, le devant de la machine était exactement à la même hauteur que le derrière.

Au moyen des pesées accusées par les balances, on a obtenu aussi la position du centre de gravité de la partie de la machine reposant sur les ressorts. Ce centre de gravité a été fixé à 633^{mm} en avant de l'essieu moteur. Cette position a été déduite de plusieurs pesées correspondant à des répartitions différentes de la charge sur les ressorts pesés, qui toutes ont fourni à 1^{mm} près le même résultat.

Dès 1842, M. Nozo, ingénieur des ateliers du chemin de fer du Nord, avait reconnu l'importance de la suspension des machines par leurs ressorts; aussi fit-il des expériences réitérées pour arriver à un pesage exact. Ces expériences reposaient sur l'emploi des romaines et des balances-bascules.

Pour avoir toutes facilités d'amener la machine à être de niveau en même temps que le fléau de la balance-bascule, ce qui est de la plus absolue nécessité pour l'exactitude des résultats, on employait avantageusement un petit cric-Verrin qu'on interposait entre le tablier de la bascule et la traverse de la machine.

L'application des procédés employés par M. Nozo aux locomotives du chemin de fer du Nord dont les poids étaient connus, a donné les résultats suivants :

Dans les petites machines dites de l'ancien matériel de l'État, construites par la compagnie d'Anzin, le centre de gravité du système suspendu (la chaudière chargée d'eau et de coke comme en marche) est de 0^{m}380 en avant de l'essieu moteur.

Dans les machines dites système Clapeyron, construites chez M. Cavé (la chaudière chargée d'eau et de coke comme en marche), le centre de gravité de la partie suspendue est à 0^{m}014 en arrière de l'essieu moteur.

Le centre de gravité du système complet (roues comprises) est à 0^{m}025 en arrière de l'essieu moteur.

Dans les machines dites du système Stephenson, construites chez MM. Derosne et Cail, le centre de gravité de la partie suspendue est à 0^{m}075 en avant de l'essieu moteur.

Le centre de gravité du système complet (roues comprises) est à 0^{m}040 en avant de l'essieu moteur.

Dans les machines à marchandises à cylindres extérieurs, le centre de gravité de la partie suspendue est à 0^{m}180 en avant de l'essieu moteur.

Le centre de gravité du système complet (roues comprises) est à 0^{m}155 en avant de l'essieu moteur.

Dans les machines système Crampton, le centre de gravité de la partie suspendue (la chaudière chargée d'eau et de coke comme en marche) est à 0^{m}110 en avant de l'essieu du milieu, l'essieu moteur étant celui d'arrière et non plus celui du milieu.

Le centre de gravité du système complet (roues comprises) est à 0m88 en arrière de l'essieu du milieu.

DESCRIPTION DES BALANCES A SIX PONTS,

REPRÉSENTÉES FIG. 1 PL. 16, FIG. 4 PL. 17, ET FIG. 15 ET 16 PL. 18.

Les diverses figures que nous avons énumérées se rapportent avec l'indication de celles qui ont servi pour la description de la machine locomotive. Elles représentent le système complet de balances, 1° en vue extérieure; 2° en coupe transversale suivant la ligne 9-10, fig. 15; 3° également en vue extérieure, mais dans la profondeur de la cavité qui les supporte; 4° enfin en portion de plan vu en dessus.

Chacune des six balances est combinée pour équilibrer 8,000 kil. avec un poids de 82 kil. 5.

Elles sont semblables deux à deux.

Sur les derniers leviers s'appliquent deux fortes charpentes L^6 portant un plancher et sur lequel se fixent les coussinets des rails. Cet assemblage de charpente reçoit la dénomination de *pont*, et l'appareil entier est appelé abréviation un *six-ponts*.

Entre chacun des ponts se trouvent des parties fixes supportées par des colonnes en fonte qui peuvent servir de repère pour le pesage.

La balance proprement dite se compose d'une colonne en fonte A^6 boulonnée sur un dé en pierre et portant à sa partie supérieure des coussinets d'acier. Sur ces coussinets se posent les fléaux B^6, dont les deux branches sont inégales : la plus courte s'agrafe avec le système de leviers, et la plus longue reçoit à son extrémité le plateau à poids C^6. On place seulement sur ce plateau les poids les plus forts, car les plus faibles (grosseur moyenne) peuvent se mettre sur le plateau z^6, et enfin les plus petits dans le godet y^6. Cette même branche du fléau est divisée dans toute sa longueur, de manière qu'en y promenant un poids en bronze x^6, on puisse compléter l'équilibre. Une marque de repère gravée sur ce poids peut s'identifier avec les divisions de la branche, et indiquer, lorsqu'elle est placée à son extrémité, une pression de 200 kil. agissant sur les rails. Comme moyen de vérification, les constructeurs ont rapporté sur la colonne principale deux lames de fer coudées en équerre, qui, par leur saillie extérieure, indiquent la justesse de l'équilibre en affleurant exactement dans le même plan la saillie ou couteau de la branche B^6.

A la petite branche du fléau est adaptée une tringle v^6, pénétrant dans le sol et s'attachant à un levier méplat U^6. Ce dernier, dont le couteau repose en t^6 sur des coussinets rapportés sur un dé particulier, porte près de son centre un couteau double s^6 soulevant deux chapes r^6. A leur partie inférieure, ces chapes s'engagent sous deux leviers doubles Q^6 dont les centres sont en p^6 et reposent sur quatre coussinets fixés eux-mêmes sur des

dés scellés dans le sol. Ces derniers leviers portent près de leur centre des couteaux o^6 qui agissent sur des coussinets n^6 fixés alors aux charpentes des ponts.

Ces deux derniers leviers étant disposés de chaque côté de celui U^6, et agissant à chaque extrémité des ponts de la même quantité, puisqu'ils sont égaux, soulèvent ainsi les ponts bien parallèlement.

Nous donnons, pour terminer, les dimensions et les rapports des différents leviers, et ce pour chaque double bascule.

BASCULE DE LA ROUE D'AVANT.

			RAPPORT.
Fléau de la balance.	Grand côté...............	0m750	1.92
	Petit côté.................	0 390	
2e levier.	Longueur totale............	1 »	6 25
	Du centre au couteau.......	0 160	
Dernier levier.	Longueur totale............	1 310	8.02
	Du centre au couteau.......	0 160	

BASCULE DE LA ROUE DU MILIEU.

Fléau de la balance.	Grand côté...............	0 750	2.88
	Petit côté.................	0 260	
	Longueur totale............	1 »	6.25
	Du centre au couteau.......	0 160	
	Longueur totale............	0 760	5.35
	Du centre au couteau.......	0 142	

BASCULE DE LA ROUE MOTRICE.

Fléau de la balance.	Grand côté...............	0 750	1.92
	Petit côté.................	0 390	
	Longueur totale............	1 »	6.25
	Du centre au couteau.......	0 160	
	Longueur totale............	1 013	8.01
	Du centre au couteau.......	0 180	

CHEMIN DE FER HYDRAULIQUE,

Par M. RECALCATI.

Cet ingénieur a imaginé un nouveau système de locomotive fort curieux, qui consiste dans l'application de syphons mobiles dont la plus courte branche plonge dans un canal supérieur et latéral au chemin de fer, et la plus longue déverse l'eau sur les augets d'une roue hydraulique. Celle-ci ainsi mise en mouvement fait marcher les roues motrices du chariot qui porte sur les rails, et se trouve transporté avec lui, ainsi que les syphons. L'auteur expérimente ce nouvel appareil qui peut être appliqué dans certaines localités, particulièrement pour de petites communications.

SCIERIES.

MACHINES A DRESSER ET RAINER LES BOIS,

ET A FAIRE LES FRISES POUR PARQUETS,

Par **M. BAUDAT**, Mécanicien à Paris.

(PLANCHE 19.)



M. Baudat est bien connu à Paris pour la construction des scieries et de diverses machines à travailler les bois, mais particulièrement pour les scies à placage, les scies à cylindres, et celles à débiter les bois en grume (1); à son exposition de 1849, nous avons surtout examiné avec beaucoup d'intérêt sa nouvelle machine à faire les frises pour parquets. Cette machine est en effet très-remarquable, en ce que non-seulement elle rabote la surface du bois sur toute son étendue, mais encore elle pratique à la fois les rainures et languettes sur les champs.

Ainsi, plusieurs lames de rabot sont placées en hélice autour d'un cylindre qui est animé d'un mouvement de rotation rapide, et enlèvent par copeaux sur l'une des faces de la frise, la quantité de bois nécessaire pour en faire une surface parfaitement lisse et droite; tandis que deux scies circulaires, montées parallèlement sur le même axe, coupent les deux côtés latéraux qui sont en même temps attaqués de champ par de petits couteaux disposés comme des fraises sur des axes verticaux que l'on fait tourner très-rapidement. Ces couteaux, ayant la forme de la rainure ou de la languette que l'on veut produire, forment naturellement le tenon et la mortaise sur toute la longueur de la pièce.

Cette triple opération s'effectue avec une parfaite exactitude et une grande célérité; la machine que M. Baudat a établie pour obtenir ce résul-

(1) Nous avons donné, dans les IIIe et IVe volumes de ce Recueil, plusieurs systèmes de scieries actuellement en usage dans l'industrie.

tat s'applique avec le même succès aux différentes natures de bois, comme aussi à des largeurs et à des longueurs différentes. Elle est organisée de telle sorte que le bois seul avance progressivement pendant que les lames, les scies et les couteaux reçoivent leur mouvement de rotation, et comme il est constamment maintenu appliqué sur la table qui le porte, il ne peut se déranger pendant le travail.

Un appareil de ce genre devient d'une grande utilité à notre époque où l'on s'occupe beaucoup de l'application des parquets, afin de remplacer dans les appartements les carreaux et les dalles froides qui anciennement étaient employés presque partout. On ne doit donc pas s'étonner qu'aujourd'hui un certain nombre de fabricants, qui débitent ou découpent les bois de toute espèce, aient ajouté à leurs usines la fabrication des parquets. A Paris, il existe plusieurs fabriques spéciales très-importantes; mais nous sommes convaincus que, mieux placées dans les localités mêmes qui sont à proximité des forêts, il s'en établira d'autres encore sur les principaux points de la France.

M. Sautreuil fils, de Fécamp, qui est également connu par ses scieries mécaniques et ses machines à travailler le bois, avait aussi envoyé à l'exposition une machine à débiter les parquets, qui a quelque analogie avec celle de M. Baudat. Nous en avons vu aussi fonctionner plusieurs dans l'usine de MM. Trémois et Cie, à Auteuil, seulement les appareils ne font pas toutes les opérations.

On se rappelle sans doute aussi la série de machines ingénieuses organisées par M. E. Philippe, pour une fabrication spéciale de parquets en feuilles. L'usine montée avec ce système vient d'être transportée à Compiègne, où nous avons l'espoir de la voir prospérer.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A FAIRE LES FRISES,

REPRÉSENTÉE PLANCHE 19.

Cette machine est dessinée en élévation fig. 1re, en plan fig. 2, en coupe longitudinale fig. 3, et en section transversale fig. 4. On voit qu'elle se compose :

1° De deux scies circulaires A montées sur le même axe horizontal pour araser ou mettre les frises de même largeur.

2° De deux fraises horizontales B, B′ servant à faire, l'une la rainure d'un côté de la frise, et l'autre la languette du côté opposé.

3° De plusieurs couteaux ou rabots C disposés autour d'un mandrin cylindrique C′, lequel est animé d'un mouvement de rotation rapide pour dresser l'une des faces de chaque frise.

Nous allons décrire successivement chacune des opérations différentes en entrant dans quelques détails sur la construction de chaque partie de la machine.

Arasement des frises. — Les deux scies circulaires A sont montées sur le même axe en fer *a*, avec des rondelles de séparation *b* qui sont ouvertes d'un côté comme le montrent les détails (fig. 5 et 6). Ces rondelles sont en fer et maintiennent l'écartement et le parallélisme des deux lames; elles permettent de rapprocher ou d'éloigner celles-ci sans les démonter, suivant la largeur que l'on veut donner à la frise *f* qu'elles doivent araser; les écrous *c* les retiennent solidement en place quand l'écartement est une fois déterminé; il suffit de les desserrer lorsqu'on veut changer la largeur.

L'axe *a* des deux scies se prolonge de chaque côté pour être porté dans les coussinets des paliers en fonte *d*, qui sont fixés sur la table horizontale dressée D de la machine, et des vis buttantes *e* retiennent cet axe à chaque extrémité comme l'arbre d'une poupée de tour, pour qu'il ne puisse prendre du jeu latéralement; il reçoit un mouvement de rotation rapide par la petite poulie *g* qui est commandée par une poulie beaucoup plus grande, montée sur un arbre de couche intermédiaire disposé pour faire marcher les différents organes principaux de la machine. La planche de bois à travailler est couchée sur la table et maintenue entre deux réglettes en fer *h'* que l'on fixe sur celle-ci par des boulons à coulisse *i* qui permettent de les distancer suivant la largeur même de la planchette brute. Un gros rouleau cannelé en fonte E s'appuie constamment sur cette planche, et tout en la tenant appliquée sur la table la force à s'avancer à gauche du côté des scies. Pour cela, l'axe de ce rouleau porte à l'une de ses extrémités une roue droite dentée F avec laquelle engrène un pignon à joue et à douille G montée libre sur le bout de l'arbre moteur H, et qu'on rend à volonté solidaire avec celui-ci, lorsqu'on embraye le manchon à gorge I (détaillé fig. 7 et 8) à l'aide de la fourchette J. Ainsi, quand cet embrayage a lieu, l'arbre H entraîne dans sa rotation le pignon G, qui alors fait tourner la roue F et le rouleau cannelé E. Les dents angulaires de celui-ci s'appuyant sur le bois d'autant plus fortement qu'il est chargé par les deux grands leviers à contre-poids L, l'obligent à marcher de droite à gauche avec la vitesse qu'il reçoit lui-même à sa circonférence et que l'on peut varier par le cône à différents diamètres K monté sur l'arbre H.

Malgré la pression considérable que ce rouleau cannelé exerce sur la planche *f*, celle-ci n'occasionne pas trop de frottement sur la table, et de plus, elle ne peut fléchir, parce qu'elle est supportée en dessous par un gros cylindre de fonte M, qui tourne librement sur lui-même comme faisant l'office de galet, afin de faciliter la marche du bois.

Un second cylindre semblable M' est également disposé à peu de distance du premier et parallèlement; il en est de même d'un troisième cylindre M² qui est directement placé au-dessous du porte-couteaux; seulement ce dernier cylindre est en deux parties montées sur le même axe, avec un intervalle au milieu pour ne pas gêner les autres pièces.

Cette disposition de plusieurs cylindres ou rouleaux mobiles, servant de

galets aux frises à débiter, a l'avantage de maintenir celles-ci constamment dans la direction horizontale qu'elles doivent avoir pour être attaquées soit en dessus, soit sur les côtés, et de réduire considérablement les frottements. On conçoit, en effet, que si chaque planchette reposait entièrement sur la table de fonte D, elle marcherait avec difficulté, n'étant entraînée que par les arêtes des dents du rouleau cannelé E à cause de la grande pression que ce rouleau exerce sur elle, et de celle qui résulte aussi du travail des scies et des couteaux.

Rainures et languettes. — De chaque côté de la frise *f*, et immédiatement à la suite des scies circulaires, mais un peu au-dessous, sont disposées les deux fraises B et B′ qui, comme nous l'avons dit, doivent servir, l'une, celle de gauche (fig. 4), à faire la rainure, l'autre, celle de droite, à faire la languette.

La première B, détaillée en plan et en élévation fig. 9, se compose de trois burins *l* (fig. 10) pincés fortement entre une embase solidaire avec l'axe vertical *m*, et un écrou à rondelle que l'on serre au-dessus.

La seconde B′, également représentée en plan et en élévation fig. 11, est aussi composée de trois burins *l′* (fig. 12) qui diffèrent des précédents en ce que leur partie travaillante, à biseau, laisse un vide au milieu de la hauteur pour correspondre justement à la largeur même des premiers. Cette seconde fraise est, du reste, montée de la même manière sur le sommet de l'axe vertical *m′* qui, comme le premier, est tenu par le haut dans un collet *k*, et porte par le bas sur une pointe à vis *n* taraudée à droite et à gauche dans les supports à arcade N.

On comprend sans doute que par cela même que les frises peuvent être de différentes largeurs, il faut de toute nécessité pouvoir rapprocher ou éloigner les deux fraises et leurs axes en conservant constamment leur parallélisme. A cet effet, le constructeur a disposé deux vis de rappel O O′ en communication par une chaîne sans fin et deux petites roues dentées *p* (fig. 4). La vis supérieure est portée par deux chaises en fonte *q* adaptées au-dessous de la table D, et traverse des écrous qui font partie des collets de chacun des deux axes verticaux *m*, *m′*; la vis inférieure est mobile dans les deux paliers à coussinets *q′*, qui sont boulonnés sur le cadre ou patin de fonte F, lequel est disposé avec des coulisseaux parallèles, afin de permettre aux supports N de glisser comme dans un tour à chariot.

Ainsi, lorsqu'à l'aide de la manivelle *r*, rapportée à l'extrémité de la vis inférieure on fait tourner celle-ci dans un sens, la vis supérieure tourne de même, entraînée par la chaîne sans fin ; il en résulte que par cela même qu'elles ont chacune, dans leurs écrous respectifs, des filets à droite et des filets à gauche, elles forcent nécessairement les collets et les supports des axes *m* et *m′* à se rapprocher, et, par conséquent, les fraises elles-mêmes se rapprochent également de la même quantité. En faisant tourner la manivelle dans l'autre sens, on peut produire l'effet contraire, c'est-à-dire éloigner les axes des fraises tout en les laissant toujours parallèles.

Les axes des deux fraises portent chacun une poulie à joues Q, commandée par une double courroie croisée, qui prend son mouvement sur le tambour T, monté à l'extrémité des bancs de fonte S qui supportent la machine. Ce tambour reçoit lui-même sa rotation de l'arbre de couche qui fait marcher tout l'appareil au moyen de la poulie U (fig. 2) et d'une autre plus grande qui lui donne une vitesse considérable.

Pour que le bois soit solidement tenu pendant l'action de ces fraises, un rouleau de fonte tourné R pèse sur sa surface, et des espèces de pinces à ressorts *s* s'appuient sur les côtés. Le rouleau est libre, porté par une sorte de double chaise en fer *t t'* assemblée à charnière à une branche horizontale *u* au milieu de laquelle est un second bras recourbé *u'* qui passe audessus de l'axe des scies, et qui reçoit le levier coudé et à contre-poids *v*, dont la partie inférieure terminée en pointe s'appuie sur le milieu de la chape, afin d'augmenter la charge du rouleau sans l'empêcher de tourner sur lui-même.

Dressage ou rabotage des frises. — Après ces deux opérations successives de l'arasement et de l'exécution des rainures et languettes, la frise, dirigée par les règles droites *h'*, est rabotée à la surface supérieure, au fur et à mesure qu'elle avance, par les couteaux C fixés avec des boulons sur des parties plates et inclinées du mandrin cylindrique C'. Ils y sont disposés de telle sorte, que l'arête tranchante, arrondie en forme d'hélice, travaille successivement au lieu d'attaquer à la fois; les copeaux qu'ils enlèvent sont minces et se détachent avec rapidité. On voit bien les détails de construction de ce mandrin et des couteaux sur le plan détaché fig. 13 et sur la section verticale fig. 14.

L'axe de ce porte-couteaux est mobile dans les coussinets des paliers *y*, dont on règle la position exacte avec des vis de pression; il reçoit son mouvement directement de l'arbre principal par la poulie V qui est fixée à son extrémité. Il suffit, pour interrompre sa marche, d'arrêter le mouvement de cet arbre et on arrête en même temps toute la machine.

Dans la crainte que la frise ne tende à se soulever, le constructeur, par surcroît de précaution, a encore ajouté au delà du porte-couteau un cylindre de pression X, dont l'axe prolongé est tenu en suspension par les pattes en fer *x* attachées à charnière aux chapeaux des paliers *y*; ce cylindre est séparé au milieu pour le passage du levier à contre-poids Y, afin d'augmenter la charge et de la régler au degré voulu.

Travail de la machine. — Une telle machine est capable de débiter considérablement d'ouvrage dans une journée; on voit, en effet, que comme elle est disposée, il n'y a aucun temps perdu; l'homme chargé de l'entretenir n'a qu'à y porter les planches et à les mettre successivement les unes au bout des autres. C'est la marche ou la vitesse à la circonférence du rouleau cannelé en fonte E qui détermine l'avancement du bois et par suite la longueur débitée; on a vu que cet avancement peut varier, suivant la nature des bois et la commande même de l'axe de ce rouleau; il est évi-

dent que la vitesse doit être notablement plus considérable pour le sapin que pour le chêne.

Or, supposons que la rotation de ce rouleau soit seulement de vingt révolutions par minute, comme son diamètre est de 0^m 260, la vitesse à la circonférence est de

$$0^m\,260 \times 3.1416 \times 20 = 16 \text{ mètres } 34 \text{ par } 1'$$

et par heure de $16.34 \times 60 = 980$ mètres.

Par conséquent, la longueur développée des frises, en dix heures de travail, serait

de $980 \times 10 = 9{,}800$ mètres,

soit 4,900 frises de 2 mètres de long.

Avec une vitesse de trente tours par minute imprimée au rouleau cannelé, le travail serait moitié plus considérable,

soit $9{,}800 + 4{,}900 = 14{,}700$ mètres.

En voyant de tels résultats, on doit évidemment reconnaître que des machines de ce genre sont appelées à répandre, dans un grand nombre de localités, l'application des parquets, puisqu'elles permettront d'arriver à réduire considérablement le prix de main-d'œuvre de ces derniers.

BREVETS D'INVENTION.

Le *tribunal civil* de la Seine vient de rendre, dans une de ses dernières audiences, un jugement sur la portée duquel nous croyons devoir appeler l'attention des inventeurs et des propriétaires de brevets d'invention.

L'article 32 de la loi du 5 juillet 1844 prononce la déchéance du brevet, lorsque le breveté néglige d'acquitter l'annuité avant le commencement de chacune des années de la durée de son brevet. Or, le tribunal a décidé que le brevet n'était pas relevé de sa déchéance par le paiement de l'annuité fait postérieurement à l'époque fixée par la loi, quand bien même il aurait eu lieu antérieurement à toute demande en déchéance formée par des tiers.

ATELIERS DE CONSTRUCTION.

ÉTUDES SUR LES TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT.

ÉTABLISSEMENT DE M. DECOSTER,

A PARIS.

(PLANCHES 20 ET 21.)

Les ateliers de construction de machines ont pris une très-grande extension en suivant sans cesse les progrès de l'industrie. A l'imitation de l'Angleterre, il s'est formé, depuis une dizaine d'années, en France, des établissements fort importants, qui ne le cèdent en rien, sous le rapport de l'organisation, comme sous le rapport de l'outillage, à aucun de ceux du même genre, montés plus anciennement chez nos voisins.

Lorsque nous commençâmes en 1840, la publication du premier volume de ce Recueil, les ateliers de construction étaient bien loin d'être ce qu'ils sont devenus depuis; à l'exception de quelques-uns, on n'avait pas encore bien compris l'importance des machines-outils, de sorte qu'une grande partie des travaux exécutés à la main étaient très-dispendieux, et, dans bien des cas, ne pouvaient être faits avec toute la régularité, toute la précision désirables.

Actuellement il n'en est plus de même, on peut rencontrer vingt usines pour une, capables d'exécuter les pièces les plus difficiles. Ce n'est pas seulement à Paris, mais dans les diverses contrées de la France qu'on voit de tels établissements.

Ainsi, dans nos principaux ports de mer, au Havre, à Marseille, à Toulon, à Nantes, etc., sont des maisons très-importantes pour la construction et la réparation des navires à vapeur; au Creuzot, à Mulhouse, etc., comme à Paris, de grandes usines pour l'exécution des locomotives et d'autres machines puissantes, et presque partout des ateliers pour les moulins, les moteurs hydrauliques, les transmissions de mouvement, etc.

Nous avons publié avec détails, dans les volumes qui précèdent, la plupart des outils-machines en usage. Nous sommes heureux d'avoir pu ainsi coopérer à répandre la connaissance de ces instruments de travail, qui en permettant de faire plus vite et à meilleur marché, ont aussi l'avantage d'exécuter mieux et avec plus d'exactitude. C'est par le secours de ces machines qu'on est arrivé à réduire de près de moitié le prix des pièces de mécanique, ainsi il n'est pas rare de voir livrés aujourd'hui des objets très-bien traités à raison de 1 fr. le kilog., quand il n'y a pas quinze ans c'est à peine si on aurait pu les obtenir à 2 fr. et moins bien exécutés.

Nous l'avons dit souvent, tous les établissements qui s'occupent de constructions mécaniques doivent être meublés en machines-outils, mais tous ne sont pas, ne peuvent pas être organisés de la même manière ; dans les uns il faut des outils de très-grandes dimensions, dans d'autres au contraire il n'en faut que de petites dimensions. Ces outils sont nécessairement combinés et proportionnés selon les travaux qu'ils sont appelés à exécuter. Le mécanicien qui fabrique spécialement de grands appareils pour la navigation maritime ne peut évidemment avoir les mêmes outils que celui qui ne fabrique que de petites machines. Cependant il leur faut également à chacun des tours à chariot, des machines à raboter, à percer, à mortaiser, etc.; de là, une grande variété non-seulement dans les espèces des machines-outils, mais encore dans leurs dimensions et souvent aussi dans leurs combinaisons propres, permettant de les appliquer à des travaux particuliers. Il s'est alors formé plusieurs établissements pour exécuter, d'une manière toute spéciale, les divers instruments, les différents genres d'outils applicables soit aux chemins de fer, soit aux navires à vapeur, soit à d'autres branches d'industrie.

Déjà, à l'Exposition de 1844 on avait pu remarquer avec beaucoup d'intérêt une assez belle collection de machines-outils, mais c'est surtout à l'Exposition dernière de 1849, que l'on a été vraiment surpris des progrès considérables effectués dans cette partie essentielle. Les meilleurs mécaniciens anglais eux-mêmes, qui sont venus à cette époque à Paris, ont déclaré franchement que nos constructeurs de France étaient sous ce rapport à la hauteur de l'Angleterre. On y a surtout remarqué les tours parallèles et machines à raboter de M. Calla et de MM. Huguenin, Ducommun et Dubied ; les gros tours doubles de MM. Derosne et Cail et de M. Stehelin, le tour sphérique de l'usine de Graffenstaden, et enfin la série d'outils divers de M. Decoster.

Voulant donner une idée de l'importance, du nombre et de la variété de ces machines actuellement employées, nous avons cherché à les représenter réunies dans un même établissement, ce qui nous procure l'occasion de faire connaître, d'une part, leur emplacement, leur disposition générale dans l'usine, et de l'autre leur travail, leur valeur et la vitesse normale de leurs organes principaux.

De tous les ateliers de construction que nous avons visités à diverses

époques, en province et à Paris, et nous pouvons même ajouter en Belgique, comme en Angleterre, c'est celui de M. Decoster qui nous a paru remplir les conditions nécessaires, soit par la régularité, soit par la disposition de l'usine entière, soit par la quantité des outils qui s'y trouvent agglomérés.

Cet établissement, formé d'abord pour la fabrication des métiers de filature, puis organisé peu de temps après pour la confection des machines-outils, date seulement de douze ans, et dès l'origine il s'est monté sur une grande échelle d'après un plan bien arrêté à l'avance. Déjà, M. Decoster, qui encore simple ouvrier ajusteur, montrait une grande activité et une grande intelligence, avait compris qu'en s'établissant, pour embrasser la construction spéciale des machines à lin, il était nécessaire de s'outiller convenablement et de réunir dans le même local, de plain-pied, les gros tours, les raboteuses, les mortaiseuses, les étaux, les meules, etc., pour le travail des pièces les plus lourdes et les plus embarrassantes ; il avait compris que pour avoir tout sous les yeux, pour embrasser pour ainsi dire d'un coup d'œil tout l'ensemble, il fallait de l'ordre, de la symétrie, des dispositions régulières.

Il peut toujours en être ainsi pour les établisssements montés depuis peu d'années, sur des plans arrêtés, mais si l'on remarque que la plupart de ceux qui existent aujourd'hui, à l'exception des principaux ateliers de chemins de fer, ne se sont montés que successivement en s'agrandissant par partie au fur et à mesure que les travaux ont augmenté, on comprendra sans peine qu'il est rare de rencontrer la même régularité et par suite les mêmes commodités, les mêmes avantages dans le service, dans la distribution du travail.

Une observation utile à faire, lorsqu'on organise un nouvel atelier de construction, c'est de faire en sorte que les outils les plus forts, qui demandent le plus de puissance, soient placés le plus près du moteur, et que les outils les plus faibles soient, au contraire, à l'extrémité opposée. On comprend sans doute que les transmissions de mouvement doivent décroître en dimension en s'éloignant de la machine motrice, puisqu'elles ont moins d'appareils à commander, et alors il est tout naturel, pour que la dégradation des forces soit à peu près régulière, que l'on ait à faire mouvoir des outils d'autant plus petits et plus légers, que la distance au moteur est plus grande.

DESCRIPTION DE L'ÉTABLISSEMENT DE M. DECOSTER.

(PLANCHES 20 ET 21.)

Le dessin fig. 1re, pl. 20, représente un plan général de l'établissement de M. Decoster, à la hauteur des fenêtres du rez-de-chaussée.

La fig. 2e est une coupe transversale de ce rez-de-chaussée faite suivant la ligne brisée 1-2-3-4 et vue du côté des moteurs à vapeur.

Le dessin, fig. 3, pl. 21, représente une section verticale, faite vers le milieu de l'établissement suivant la ligne 5-6 du plan, avec l'indication des divers outils vus en élévation.

La fig. 4e de la même planche est une coupe verticale de l'atelier des forges faite suivant la ligne 7-8, montrant la disposition des feux.

Et la fig. 5e est une dernière section, faite suivant la ligne 9-10 et vue du côté des meules et des machines à raboter.

Des moteurs. — On voit par ces figures, que cet établissement comprend aujourd'hui deux machines à vapeur, l'une A la première, qui fut la seule montée dès l'origine, de la force nominale de 12 chevaux, construite par M. Saulnier, et l'autre A′, montée en second lieu, comme complément, établie pour la force de 16 chevaux par MM. Derosne et Cail.

Ces machines sont toutes deux à haute pression, à balancier avec châssis inclinés en fonte et plaques de fondation pour porter les pièces principales. Elles sont alimentées par des chaudières à vapeur B, au nombre de trois, renfermées dans la même pièce, et dont deux seulement sont en feu, quand les machines marchent ensemble.

Voici les dimensions principales de ces moteurs :

	Machine A.	*Machine* A′.
Diamètre du cylindre à vapeur. . .	0m. 320	0m. 380
Surface du piston.	0m.q. 804	0m.q. 1134
Rayon de la manivelle.	0m. 400	0m. 450
Nombre de révolutions par 1′. . .	30 à 32	26 à 28
Pression moyenne en atmosphères.	4 1/2 à 5	4 1/2 à 5

La détente dans chacune de ces machines est de 2 à 3, c'est-à-dire que la vapeur est admise dans le cylindre pendant la 1/2 ou le 1/3 de la course du piston.

Il peut être avantageux, surtout pour des ateliers de construction, d'avoir le moteur divisé en deux parties, parce que dans les temps peu favorables, où les commandes de travaux ne suffisent pas à l'alimentation entière de l'usine, on ne fait marcher qu'une partie des outils, et par conséquent que l'un des moteurs.

La première machine communique son mouvement, par une paire de roues d'angle, à un arbre vertical *a* qui se prolonge jusqu'au plancher du second étage, afin de commander également par deux autres paires de roues d'angle, les grands arbres de couche *c c′* qui se prolongent dans toute la longueur de l'usine et qui sont destinés à faire mouvoir les tours, machines à percer, à aléser, à tarauder, etc, contenues dans cette partie.

La seconde machine communique de même son mouvement à un arbre vertical *a′* qui commande le 3e arbre de couche *d*, destiné à faire mou-

voir les diverses machines à raboter, à diviser, et les meules à polir et à dresser.

Une disposition additionnelle qui consiste à relier les deux arbres verticaux *a* et *a'*, à leur partie inférieure, par un arbre de couche intermédiaire b^2 (fig. 1re) permet à la machine A de transmettre également son action à l'arbre de couche *d*, sans faire mouvoir la machine A', et réciproquement.

Nous n'approuvons pas cette disposition d'arbres verticaux intermédiaires pour transmettre le mouvement des machines aux arbres de couche, M. Decoster lui-même est d'avis de les éviter, car ils compliquent inutilement les communications et occasionnent des frottements, de l'usure et des frais d'entretien. Nous aurions préféré une disposition qui permît de relier directement les arbres des machines avec les arbres de couche par des engrenages droits si les premiers étaient placés à la partie supérieure, au lieu d'être en bas, ou par de grandes poulies, lorsque les machines sont établies comme celles indiquées sur les dessins.

On sait très-bien aujourd'hui que les courroies, quand elles sont d'une largeur suffisante, et qu'elles marchent à des vitesses convenables, peuvent transmettre de grandes puissances. Ainsi aux ateliers du chemin de fer d'Orléans, la force de la machine à vapeur, de 18 à 20 chevaux, est entièrement transmise à l'arbre de couche principal par une large courroie de 0m22 passant sur la circonférence même du volant qui sert de poulie, dont le diamètre est de 4 mètres environ et qui commande une autre poulie de 2m 2/10.

Une telle disposition a l'avantage de simplifier notablement les premières communications de mouvement, d'éviter les chocs et le bruit des engrenages et de permettre d'obtenir des vitesses assez considérables.

Des outils en général. L'outillage de l'usine se compose, comme on peut en juger par les dessins :

1° De tours simples à vitesses fixes, montés sur des bancs de bois;

2° De tours à engrenages, montés de même;

3° De tours à fileter et à charioter, montés sur des bancs en fonte;

4° De tours en l'air, à plateaux, avec et sans contre-pointes;

5° De machines à raboter de différentes dimensions, à outil mobile et à outil fixe;

6° De machines à percer et à aléser, verticales, avec plateaux mobiles;

7° De plates-formes ou machines à tailler les engrenages;

8° De machines à canneler les cylindres de filature;

9° D'étaux limeurs à outil mobile;

10° De machines à tailler les écrous et les têtes de vis ou de boulons;

11° De machines à tarauder;

12° De meules à polir, à dresser et à user des pièces de fonte, de fer ou autres;

13° De grues fixes et mobiles pour charger et transporter les pièces lourd

14° De martinets à forger le fer ;
15° De scies à débiter le bois, etc
16° Enfin de diverses autres petites machines pour percer les trous dans les bâtis, aléser des coussinets sur place, faire des mortaises dans les manchons, dans les poulies ou engrenages, etc, etc.

Ayant donné dans les volumes qui précèdent les dessins et la description de la plupart de ces outils, nous ne croyons pas devoir y revenir, seulement il nous a paru utile de relever avec soin les principales dimensions de chacune de ces machines, en indiquant leurs places respectives, afin de faire connaître leur importance, et en même temps leur vitesse et leur prix, conditions qu'il est essentiel de connaître toutes les fois que l'on veut acquérir ou exécuter de ces appareils.

ATELIERS DU REZ-DE-CHAUSSÉE.

Des tours. — Tout un côté F de l'atelier principal, au rez-de-chaussée, est occupé par plusieurs séries de tours de diverses espèces, et indiquées sur le plan général par les numéros 1 à 23. Ces machines, qui sont actuellement répandues partout, rendent les plus grands services, et ont permis de diminuer considérablement les frais de main-d'œuvre, par la grande quantité de travail qu'elles permettent de faire dans un temps très-court. Voici la nomenclature exacte des différents modèles de ces tours exécutés par M. Decoster ; nous avons cru devoir les classer dans les tableaux suivants :

DIMENSIONS PRINCIPALES ET PRIX DES TOURS A CHARIOTS MÉCANIQUES.

Numéros d'ordre.	Hauteur des poupées.	Longueur du banc.	Largeur du banc.	Hauteur du banc.	Longueur à tourner entre pointes.	Diamètre du plateau.	Prix de chaque machine.	Prix pour chaq. decim. de banc en plus.	Prix en plus avec disposit pour fileter.
	m.	m.	m.	m	m.	m.	fr.	fr.	fr.
1	0.65	8.00	0.80	0.50	5.52	1.30	9000	80	»
2	0.55	7.00	0.70	0.45	4.65	1.00	7500	65	»
3	0.45	6.00	0.61	0.40	3.70	0.90	6500	55	»
4	0.35	6.00	0.48	0.35	3.80	0.70	5500	50	500
5	0.30	5.00	0.36	0.30	3.10	0.60	3500	45	500
6	0.25	3.00	0.29	0.25	2.00	0.50	2500	40	500
7	0.20	2.00	0.22	0.22	1.40	0.30	1800	30	»
8	0.18	1.00	0.20	0.18	0.90	0.20	1400	25	»

[illegible] ces tours peuvent être disposés avec entaille pour les [illegible] sans augmentation de prix, et ils se composent,

1° Un support pivotant pour tourner les cônes et surfaces planes;

2° Un support pour courir après l'outil et qui permet de charioter d'un seul trait;

3° Un plateau universel, à denture intérieure, appliqué seulement au tours nos 1 et 2;

4° Un plateau à toc, pour les tours autres que ceux nos 1 et 2.

5° Quatre poupées à piston pour centrer les pièces sur le plateau;

6° Trois clés, trois manivelles, un godet pour l'huile et une petite cruche à eau.

Les tours nos 4, 5 et 6, disposés pour fileter, ont en plus les détails suivants : une vis de toute la longueur du banc, un support pour fileter, deux supports à piston avec brides et boulons pour aléser intérieurement; seize roues de rechange, un débrayage pour arrêter l'outil tout court dans les gorges, et une tête de cheval en fer, munie de deux douilles aussi en fer (1).

Les tours nos 7 et 8 n'ont pas de plateau universel, le support à chariot a un seul mouvement horizontal et circulaire.

M. Decoster fait aussi des petits tours à chariot spéciaux pour cylindres de pression en usage dans la filature. Prix f. 500.

TOURS EN L'AIR.

Numéros d'ordre.	Hauteur du centre.	Hauteur du chariot.	Longueur du chariot.	Diamètre du plateau.	Prix de chaque machine.
	m.	m.	m.	m.	fr.
1	1.0	0.45	2.30	4.00	8000
2	1.0	0.40	1.80	3.00	6500
3	1.0	0.35	1.30	2.00	5000
4	1.0	0.30	1.00	1.50	3800

Détails. Chaque tour se compose, savoir, de :

1° Un support pivotant pour tourner les cônes et surfaces planes;

2° Un support à chariot avec vis de toute la longueur du banc;

3° Quatre poupées à piston, trois clés et une manivelle ;

4° Et une disposition pour charioter et aléser mécaniquement.

Nota. Nous avons fait voir l'avantage des tours en l'air, à arbre creux, permettant d'y effectuer l'alésage et le cannelage des pièces.

(1) L'un de ces tours, publié avec détails dans le tome IIIe, fait bien connaître toutes les parties qui le composent et les particularités qu'il renferme.

TOURS À PLATEAUX UNIVERSELS (SYSTÈME NOUVEAU).

Numéros d'ordre.	Hauteur des poupées.	Diamètre des arbres en fer forgé.	Diamètre du plateau.	Prix du tour.
	m.		m.	fr.
1	0.65	0.140	1.30	4000
2	0.55	0.110	1.10	3000
3	0.50	0.100	1.00	2200
4	0.45	0.090	0.90	1800
5	0.40	0.080	0.80	1600
6	0.35	0.070	0.70	1300
7	0.28	0.060	0.56	800
8	0.25	0.050	0.50	550
9	0.21	0.046	0.40	450
10	0.17	0.040	0.20	350
11	0.14	0.036	0.18	300

TAILS. Chacun de ces tours se compose, savoir, de :
Un plateau universel;
Un plateau à toc. (Excepté les nos 1 et 2 qui n'en ont pas.)
Quatre poupées à piston,
Un support pour crocheter,
Une lunette et trois clés.
s tours nos 1 et 2 ont leur plateau universel à denture intérieure.
s tours nos 3, 4, 5, 6, 7 et 8 sont à engrenages, et les tours nos 9, 10 et
ulement à cônes ou à poulies.

TOUR POUR LES PIÈCES SPHÉRIQUES (SYSTÈME NOUVEAU).

tour se compose d'une poupée et contre-pointe de 0m28 de hauteur, lateau à toc, deux supports circulaires, une lunette, deux manivelles clés, Prix. . . . . 1,500 fr.

ous publierons prochainement un tour à chariot destiné à tourner et à r les pièces sphériques, particulièrement en usage dans les ateliers de ins de fer.

TOURS POUR ROUES DE LOCOMOTIVES ET DE WAGONS.

olqu'il n'existe pas de tours spéciaux à roues de wagons et de locomo-
[redacted] M. Decoster, [redacted] s'est néanmoins occupé de l'exé-
[redacted] un fort bien entendu à l'Exposition
[redacted] me et Cail et de MM. Stehelin (1).

(1) ... n tour double à roues de wagons; nous ... otives.

Tours doubles composés de deux plateaux à denture intérieure, deux poupées, deux supports pivotants, une plaque de fondation, une disposition à crémaillère pour avancer la poupée contre-pointe, trois clés et trois manivelles.

Prix du tour double pour roues de locomotives. . . 16,000 fr.
Prix du tour double pour roues de wagons. . . . 12,000

Tours simples composés comme suit : Un plateau à denture intérieure, une poupée portant le mouvement des engrenages, une contre-pointe, une disposition à crémaillère pour avancer la poupée, un support pivotant, une plaque de fondation, trois clés et trois manivelles.

Prix du tour simple pour roues de locomotives. . . 12,000 fr.
Prix du tour simple pour roues de wagons. . . . 8,000

SUPPORTS PIVOTANTS A COULISSES.

On emploie quelquefois des supports à chariot détachés, qui peuvent s'appliquer à différents tours ; M. Decoster en a établi une série, et il les désigne sous le nom de supports pivotants et supports parallèles, ce sont :

1° Pour tour avec poupées de			0m65 de hauteur. Prix	950 fr.
2°	»	»	0 55	800
3°	»	»	0 50	700
4°	»	»	0 45	600
5°	»	»	0 40	500
6°	»	»	0 35	400
7°	»	»	0 28	350
8°	»	»	0 25	250
9°	»	»	0 21	200

SUPPORTS PARALLÈLES.

Avec banc de	1m de long,	boulons et semelles,	clés et	maniv. Prix.	600 fr.
»	1 50	»	»	»	700
»	2 00	»	»	»	800

VITESSE DES OUTILS.

Dans les tours à chariots ou à plateaux, M. Decoster a combiné les mouvements de telle sorte à produire des vitesses angulaires différentes, suivant la nature et le diamètre même des pièces à tourner. Au moyen de la grande variété de diamètres des poulies et des engrenages, il est toujours facile d'obtenir ces vitesses.

Déjà nous avons indiqué qu'il était convenable, pour ces machines, de faire en sorte que la marche de l'outil ou de la pièce ne dépassât pas 10 centimètres par seconde pour la fonte douce, et 13 à 14 centimètres pour le fer. Il est souvent préférable de marcher à des vitesses moindres ; M. Decoster a adopté en moyenne les vitesses suivantes :

Pour l'acier.................	3 mèt.	par minute.	soit 5 cent.	par seconde.
Pour le fer....................	8 »		» 13 »	
Pour la fonte douce..........	6 »		» 10 »	
Et pour le cuivre ou le bronze.	14 »		» 23 »	

L'avancement du porte-outil est habituellement de 4/10 de millimètre par volution pour le fer, la fonte ou le cuivre ; cependant comme il dépend aucoup de la nature du travail qu'on veut faire, on peut le varier dans s limites assez étendues, et ne lui donner que 1/5 de millimètre, comme ssi au besoin 1 à 2 millimètres sur les tours les plus forts.

Quelques auteurs indiquent comme vitesses convenables à la circonfé-nce de la pièce tournée :

5 à 8	centimètres	par seconde	pour la fonte grise,
1 à 2	»	»	pour la fonte blanche,
9 à 12	»	»	pour le fer,
8 à 9	»	»	pour le cuivre jaune ou laiton.

Nous croyons que cette dernière vitesse est trop faible, et qu'on peut ns crainte l'élever au double.

Lorsqu'on tourne au crochet à la main, la vitesse à la circonférence de pièce peut être notablement augmentée, parce que l'outil ne reste pas ngtemps en contact avec le métal, qu'on l'engage moins dans la matière qu'un faible mouvement de la main fait d'ailleurs dégager les copeaux ès-facilement.

Comme M. Decoster a souvent l'occasion de vendre des tours montés fonctionnant dans son atelier, on remarque quelquefois des change-ents dans l'ordre ou la place de ses machines ; ainsi au lieu de tel ou tel ur on trouve une machine à tarauder, un étau limeur ou une machine à esser les écrous.

MACHINES A RABOTER. On sait que ces machines se divisent en deux andes catégories, celles à outil fixe, et celles à outil mobile ; mais elles distinguent aussi, soit par leurs combinaisons particulières, soit par ırs dimensions et par les applications spéciales que l'on veut en faire.

Les principales machines à raboter en activité dans l'établissement sont gées dans un emplacement spécial H, au rez-de-chaussée, qui comprend outre quelques tours parallèles et à chariot (nos 24 et 25); des bancs opres à recevoir des poupées et supports pour aléser (nos 26 et 27). Les boteuses sont aussi de différentes dimensions; sur la même ligne on en it quatre fortes et larges nos 28 à 31, trois longues et étroites nos 32, 33 34, et cinq autres plus petites nos 35 à 39 qui peuvent aussi servir à nneler les cylindres de filature ou autres ou à faire des rainures sur les bres.

Le tableau suivant donne les dimensions principales et les prix de ces verses machines. Nous y avons ajouté les machines à mortaiser et celles tes étaux-limeurs.

DIMENSIONS PRINCIPALES ET PRIX DES MACHINES A RABOTER (1).

Numéros d'ordre.	Longueur du banc.	Longueur à raboter.	Largeur à raboter.	Profondeur à raboter.	Prix de la machine.
	m.	m.	m.	m.	fr.
1	0.80	0.55	0.25	0.25	500
2	1.50	1.00	0.30	0.30	1500
3	2.10	1.30	0.45	0.45	1800
4	4.00	2.40	0.45	0.45	2500
5	4.50	2.80	0.60	0.60	3200
6	5.00	3.00	0.80	0.80	4200
7	3.00	2.20	1.10	0.60	4000
8	4.60	3.80	1.30	0.60	5500
9	5.94	5.20	1.60	0.60	6500
10	7.40	6.60	2.00	0.60	7000
11	10.00	9.20	3.00	0.70	17000

DÉTAILS. La machine n° 1 marche à bras, elle est à outil mouvant e tournant.

Les n°s 2, 3, 4, 5 et 6 sont à outil fixe et tournant et à plateau mobil

Les n°s 7, 8, 9, 10 et 11 sont à outil mouvant et tournant.

Chaque machine est munie de quatre poupées pour fixer les pièces trois clés et deux manivelles.

Machine à raboter les plaques de garde à 2 outils. . . 3,000 fr.

DIMENSION ET PRIX DES MACHINES A MORTAISER (2).

Numéros d'ordre.	Course de l'outil.	Diamètre à mortaiser.	Diamètre du plateau.	Diamètre de l'arbre en fer.	Prix de la machine.
	m.	m.	m.	m.	fr.
1	0.35	2.00	1.20	0.110	8000
2	0.25	1.50	0.90	0.096	5000
3	0.15	1.00	0.60	0.080	3000
4	0.14	0.50	0.45	0.060	3500
5	0.10	0.44	0.28	0.046	1000

DÉTAILS. La machine à mortaiser n° 4 est à double effet, rectangulai d'un côté, et circulaire de l'autre.

Chaque machine est munie de trois clés et deux manivelles.

(1) Le IIIe volume contient les différentes vues principales et les détails de construction d'une ces machines à raboter, nous en avons également publié dans les Ier, IIe et IVe volumes, et particulier dans le Ve, une machine à sheper ou à raboter à l'aide de fraises circulaires taillées.

(2) Dans le Ier et le IIe volume, nous avons dessiné et décrit avec détails deux systèmes machines à mortaiser.

PRIX DES MACHINES DITES ÉTAUX-LIMEURS.

machines du système de M. Decoster rendent de très-grands services les ateliers de construction pour le rabotage et le dressage d'une de petites pièces (voir au v* volume).

1. Étau-limeur de 0.15 de course à double effet ; c'est-à-dire que côté se trouve l'étau pour raboter les parties planes et courbes, et itre côté la disposition pour raboter les portions de cercles à l'exté-

r, avec trois mandrins à cône renversé, trois clés et deux mani- . . . . 2,500 fr.

2. Étau-limeur de 0.14 de course, ayant du même es deux systèmes pour raboter. Prix avec les mêmes s que le n° 1. 1,500

3. Étau-limeur de 0.10 de course, avec mêmes dis- ons et détails que le n° 2. 1,000

VITESSE DES MACHINES A RABOTER.

s les grandes machines à raboter, la vitesse de l'outil qui marche sur e est la même pour les différents métaux ; afin de ne pas compliquer canisme par des poulies et des engrenages de rechange, elle a été par M. Decoster à

6 mètres par minute,
soit 10 centimètres par seconde.

est sensiblement plus grande dans les étaux-limeurs où l'outil tra- toujours sur un très-petit parcours, et attaque moins de matière à ; elle est du reste variable à l'aide d'un cône à plusieurs diamètres. r la course de 0m 10, l'arbre de commande de l'outil fait par minute :

45 révolutions pour l'acier,
60 » pour le fer,
70 » pour la fonte douce,
140 » pour le cuivre.

i résulte que les vitesses respectives de l'outil sont réellement de :

$$\frac{45 \times 2 \times 0,10}{60} = 0^{m}15 \text{ par seconde (acier).}$$

$$\frac{60 \times 2 \times 0,10}{60} = 0.20 \quad » \quad \text{(fer).}$$

$$\frac{70 \times 2 \times 0,10}{60} = 0.23 \quad » \quad \text{(fonte).}$$

$$\text{et } \frac{140 \times 2 \times 1{,}10}{60} = 0.46 \quad » \quad \text{(cuivre).}$$

C'est-à-dire à peu près double de celle que l'on donne sur le tour à chariot; mais aussi l'avancement latéral ou l'épaisseur du copeau est sensiblement moindre. Plusieurs de ces *limeurs* mécaniques sont constamment en activité dans l'établissement.

En général, il est utile pour les machines à raboter, comme pour toutes les autres machines-outils, de donner aux poulies de commande des vitesses angulaires telles que la marche des courroies soit beaucoup plus considérable que celle du burin, afin d'éviter leur glissement sur la surface des poulies.

MM. Huguenin, Ducommun et Dubied ont fait des observations à cet égard et ont reconnu que suivant l'importance ou les dimensions des machines, la vitesse de la courroie ne pouvait être moindre de 8 fois celle du burin, et qu'elle pouvait s'élever à 15 ou 18 fois, en limitant sa largeur entre 6 et 11 centimètres.

Il faut donc alors établir, entre la poulie motrice et le burin, des engrenages intermédiaires qui ralentissent la vitesse de celui-ci dans un rapport convenable.

Machines a canneler. — Les machines à canneler dont nous avons également donné la description dans le IIIe vol., sont toutes spéciales pour les filatures; elles ont des tables étroites et longues qui ont un mouvement de va-et-vient, tandis que l'outil est fixe.

Les plus grandes, celles qui ont un banc de 2m 80 de longueur, peuvent canneler des cylindres de 0m 10 de diamètre et de 1m 70 de long, elles coûtent avec leurs 10 roues diviseurs. . . . . . . 2,000 fr.

Les moyennes, de 2m 30, pouvant canneler des cylindres de 1m 20 de long, et de 0m 10 de diamètre, coûtent avec les roues diviseurs. 1,600

Enfin les petites machines à fraises, pour canneler les cylindres de pression en bois, reviennent à. 700

Ces dernières machines étant légères et occupant peu de place sont logées au premier étage.

Les machines à faire les rainures, que l'on peut aussi ranger dans la catégorie des raboteuses, comprennent :

1° Celles à faire les rainures sur les arbres de roues de locomotives et de wagons, ladite machine ayant 0.40 de course, avec trois mandrins, trois outils, trois brides et deux clés; prix. . . . . 1,400 fr.

2° Celles à faire les rainures dans les moyeux des roues, poulies, etc., ladite machine ayant 0.40 de course, avec trois mandrins, trois outils, trois brides, deux clés, et une disposition pour marcher par moteur; prix. 1,000

3° Une machine analogue, mais disposée seulement pour marcher à bras; prix. 600

Des machines a percer et aléser. — Les machines à percer, qui sont d'une très-grande utilité dans tous les établissements industriels, doivent être multipliées et répandues dans les différentes parties d'un atelier de construction. M. Decoster en a construit un grand nombre de diverses dimensions, avec des plateaux mobiles susceptibles de monter et de descendre, ou de changer de place à volonté, comme nous l'avons vu dans le deuxième volume. En leur donnant des proportions convenables, et en les disposant avec engrenages, on peut les employer à aléser de certaines pièces, comme des roues, des poulies, des manchons, etc. On fait aussi de ces machines adaptées soit à des murailles soit à des colonnes qui servent de supports mêmes aux planches ou aux plafonds de l'usine.

DIMENSIONS ET PRIX DES MACHINES A PERCER VERTICALES.

N° 1. *Machine à engrenages* ayant 0.20 de course, et pouvant percer jusqu'à 0.70 de profondeur sur 0.08 de diamètre, ou au besoin aléser 0.30 de diamètre, avec mordache mobile sur tous les sens pour faciliter le centrage des pièces, quatre poupées à piston, un arbre alésoir et un foret modèle ; prix. . . . . 2,400 fr.

N° 2. *Machine à engrenages* ayant 0.20 de course, et pouvant percer 0.46 en hauteur sur 0.06 de diamètre, ou aléser jusqu'à 3.20, avec mêmes dispositions et détails que le n° 1; prix. . . 1,200

La même machine, mais sans disposition pour percer et aléser mécaniquement ; prix 1,000

N° 3. *Machine à percer verticale* à engrenages ayant 0.20 de course, et pouvant percer 0,20 en hauteur sur 0,04 de diamètre, avec mordache mobile et un foret modèle ; prix. 700

N° 4. *Machine à percer* à fût, facile à appliquer contre le mur, et portant sa mordache pour le centrage des pièces ; prix. . . . 300

N° 5. *Petite machine à percer* à colonne et portative ; prix. . 100

Machines a percer radiales. — L'établissement des chemins de fer et particulièrement la construction des machines locomotives a amené à combiner des outils spéciaux pour l'exécution particulière de certaines pièces ; ainsi, pour percer les plaques des foyers des chaudières à tubes, on a établi des machines dites radiales, dans lesquelles le porte-outil peut changer de place, sans bouger la pièce, pour pratiquer une suite de tours parallèles (1).

Après MM. Sharp et Roberts, M. Cavé, M. Calla et M. Decoster ont exécuté plusieurs de ces machines ; voici les deux modèles de ce dernier constructeur :

N° 1. Machine à percer radiale, à engrenages, ayant 2 mètres de projec-

(1) Nous ferons connaître cette machine spéciale très-prochainement, dans l'une des livraisons suivantes.

tion et pouvant se monter partout, avec plateau circulaire et mordache mobile; prix. . . . . 6,000 fr.

N° 2. Machine radiale, à engrenages, de 1 mètre de projection, et avec les mêmes dispositions; prix. 2,500

VITESSE DES MACHINES A PERCER.

La vitesse du foret ou de la mèche dans les machines à percer les métaux est moindre que celle de l'outil ou de la pièce dans les tours à chariot ou les machines à raboter. Chez M. Decoster elle est de

2m50	par 1′ à la circonférence du foret pour l'acier.				
3m20	»	»	»	»	le fer.
4m50	»	»	»	»	la fonte.
8m50	»	»	»	»	le cuivre.

Ce qui correspond à environ 0m041, 0m053, 0m075 et 0m160 par seconde.

Les machines à aléser spéciales (1), soit verticalement, soit horizontalement, se divisent, d'après les modèles de M. Decoster, comme il suit:

N° 1. Alésoir pouvant aléser 2m50 de diamètre sur 2m50 de hauteur. 8,000
2. *id.* *id.* 1m50 *id.* 2m00 » 3,500
3. *id.* *id.* 1m00 *id.* 1m50 » 3,000
4. *id.* pour cylindres de locomotives. *id.* 3,000
5. *id.* pour aléser les cylindres de locomotives sur place. 600
6. Alésoir universel et portatif, alésant jusqu'à 0.40, et ayant un mouvement horizontal pour faciliter le centrage des pièces, avec trois arbres de rechange et trois clés; prix. 2,200

MACHINES A TAILLER ET TARAUDER LES BOULONS ET LES ÉCROUS.— Nous avons publié avec détails dans nos premiers volumes, des machines à tailler les faces des écrous et les têtes de boulons, soit à l'aide de fraises, soit au moyen de burins; nous avons également décrit une machine à tarauder les vis, les boulons ou les écrous, comme étant des outils indispensables dans les ateliers de construction. M. Decoster en a établi sur plusieurs modèles, qui sont:

1° Machine à tarauder à engrenages, taraudant jusq. 0.07 de diam. 2,000
2° *id.* *id.* *id.* 0.05 *id.* 1,200
3° *id.* *id.* *id.* 0.04 *id.* 1,000

Chacune de ces machines est munie de trois séries de coussinets, trois tarauds et trois clés.

4° Machine à tarauder pour boulons (nouveau système); prix. . 600

5° Machine à tailler les écrous et boulons de 0.01 à 0.10, avec deux fraises en acier fondu faisant deux faces de l'écrou à la fois,

(1) Le Ier volume contient les gravures de deux machines à aléser verticales, l'une pour les cylindres de grandes dimensions et l'autre pour les moyeux, les manchons ou cylindres de petites dimensions.

et taillant des écrous carrés à 6 et 8 pans, 3 clés ; prix. 1,200

Addition à cette machine, support pour tailler les carrés des cylindres ; prix. 150

Machines a diviser les engrenages. — Pour de certains établissements qui s'occupent beaucoup de moulins et de transmissions de mouvement, les machines à diviser et tailler les engrenages sont des outils indispensables, aussi nous avons cru devoir les traiter avec détails dans les IIe, IIIe et IVe vol., en faisant voir le travail et les diverses applications dont elles sont susceptibles. M. Decoster a compris qu'il était utile de faire aussi de ces machines spéciales ; ses modèles comprennent :

1°	Machine à tailler les engrenages	avec diviseur de	2m00	de diam. et 3 fraises modèles.	4,000
2°	»	»	1 50	»	3,500
3°	»	»	1 00	»	3,000
4°	»	avec plateau de	1 00	»	2,000
5°	»	»	0 60	»	1,500

Découpoirs et autres machines pour chaudronnerie. — Ces sortes de machines n'existent pas dans tous les ateliers de construction, mais elles sont nécessaires dans ceux qui fabriquent des chaudières ou d'autres pièces de chaudronnerie. Nous avons publié à ce sujet des appareils fort intéressants, tels que des cisailles à mouvement continu et à mouvement alternatif (tom. I et II), des machines à percer, à river et cintrer les tôles (tom. I, III et IV), et des machines à faire les clous, les rivets, les boulons (tom. II et IV). M. Decoster s'est également occupé de l'exécution de ce genre d'outils soit pour les chemins de fer, soit pour des fabriques de ressorts, soit pour d'autres usines : le tableau suivant résume les principales dimensions de ses cisailles ou découpoirs et de quelques autres machines spéciales.

DÉCOUPOIRS ET CISAILLES A EXCENTRIQUE.

Numéros d'ordre.	Course de l'outil.	Diamètre à découper.	Épaisseur à découper.	Diamètre de l'arbre en fer.	Prix de la machine.
	m.	m.	m.	m.	fr.
1	0.025	0.065	0.018	0.11	4500
2	0.025	0.040	0.018	0.10	4000
3	0.025	0.035	0.018	0.09	3500
4	0.020	0.030	0.014	0.08	3000
5	0.020	0.025	0.010	0.07	2000
6	0.018	0.020	0.008	0.06	1500
7	0.014	0.018	0.004	0.04	600
8	Cisaille à bras avec bâtis en fonte et deux clés. Prix............				800

Détails. — Chaque découpoir n° 1 à 6, est muni de trois poinçons, deux cisailles et trois clés.

Le n° 7 est disposé pour marcher à bras.

MACHINES A COUPER LES BANDAGES, A CHANFREINER ET A CINTRER LES TOLES.

Machine à couper les bandages pour roues de locomotives et de wagons, ayant 0^m15 de course, avec trois clés et deux manivelles. Prix. 2,000 fr.

Machines a chanfreiner les feuilles de cuivre. — Jusqu'à 5 mètres de longueur, avec trois clés et deux manivelles. Prix. 1,200 fr.

Machine à fraise pour chantourner les fortes tôles, plaques de garde, etc. . . . . 1,600 fr.

Machine à cintrer les tôles de 2^m 50 de longueur pour chaudières, avec trois clés et deux manivelles. . . . . . . 4,000 fr.

Des meules et lapidaires. — On distingue dans ces outils les meules à aiguiser proprement dites, et qui servent simplement à affûter les outils de tourneur, de raboteur ou d'ajusteur, tels que les burins, les crochets, les forets qui sont en acier trempé, etc., et les meules à user ou à blanchir des surfaces de métal. Les premières, de petites dimensions, sont en grès dur, et fonctionnent le plus généralement au pied ; on en dispose plusieurs dans les différents points de l'atelier pour être constamment à la disposition des ouvriers. Les meules à émoudre sont ordinairement de plus grandes dimensions et mises en mouvement par le moteur. On les place dans un endroit spécial, comme on le voit en E sur le plan fig. 1re, afin d'être complétement séparées des autres machines. On en emploie de plusieurs espèces, les unes sont en grès tendre pour ébaucher, d'autres en grès plus dur pour finir les pièces ; la vitesse à leur circonférence est considérable, elle dépasse quelquefois 7 à 8 mètres par seconde. On emploie aussi des meules en fer, ou en tôle, avec addition de sable fin et mouillé, ou des meules horizontales en fonte, chargées d'étain et d'émeri, et que l'on nomme *lapidaires*. Nous avons indiqué (tome VI) que dans de certains cas, pour polir des pièces, on a imaginé des meules à composition qui remplissent parfaitement le but. Le polissage des métaux n'est réellement que la continuation de l'émoulage, en employant des substances de plus en plus fines ; le plus généralement les meules sont en bois dur que l'on imprègne à la surface de pierre ponce en poudre, d'émeri, de *colcothar* ou rouge anglais, et de potée d'étain appliquée au moyen de suif ; la vitesse de ces meules va jusqu'à 10 mètres par seconde. On achève aussi quelquefois le polissage avec des meules de bois garnies de buffle couvert de colcothar, et que l'on fait tourner à des vitesses de 20 à 24 mètres par seconde.

Grues fixes et mobiles. — Dans un atelier de construction de quelque

importance, il est de toute nécessité d'avoir des grues qui permettent soit de manœuvrer ou de monter les pièces lourdes, soit de les charger au dehors dans les voitures pour les transporter.

Lorsque la place le permet, comme chez M. Decoster, on dispose dans la partie qui est réservée au montage, un chemin de fer sur lequel on peut faire promener une grue mobile. On voit (fig. 1re) que ce constructeur en a monté deux, l'un *f* destiné à desservir spécialement avec la grue n° 57 les machines à raboter, l'autre *f'* plus long et double, desservant avec une ou plusieurs grues semblables n° 36, d'un côté les ajusteurs et les monteurs, et de l'autre les tours et autres machines-outils. Ces chemins sont construits d'une manière fort simple, avec des barres de fer plates, fixées sur des longrines en bois, et encastrées de telle sorte que rien ne désafleure la surface du sol.

Une grue fixe n° 64 est aussi placée en dehors de l'usine dans la grande cour de chargement, et près d'elle une balance bascule n° 65 qui permet de connaître le poids des pièces qui entrent à l'établissement ou qui en sortent. Mais afin que les opérations de charger et de peser se fassent simultanément, M. Decoster dispose actuellement ses grues avec une romaine appliquée directement à la chaîne ou à la corde à laquelle la charge est suspendue; nous avons vu (tome IV) que cette application peut aisément se faire même aux grues les plus fortes; ainsi M. Lemaître a monté au Havre une grue dynamométrique en tôle, qui peut porter et peser à la fois plus de 20,000 kilog.

Voici les poids et les prix des différents modèles de grues en fonte et en bois exécutés par M. Decoster :

Grues dynamométriques fixes.

N° 1. —	Pour enlever des charges de		6,000	kilogrammes.	Prix.	5,000 fr.
2	*id.*	«	4,000	«	«	4,000
3	*id.*	«	3,000	«	«	3,000
4	*id.*	«	2,000	«	«	1,800

Grues dynamométriques mobiles.

N° 5. —	Pour enlever des charges de		3,000	kilogrammes.	Prix.	4,500 fr.
6	*id.*	«	2,500	«	«	3,500
7	*id.*	«	1,500	«	«	2,500
8	*id.*	«	1,200	«	«	1,800
9	*id.*	«	800	«	«	1,200

Des forges. — L'atelier des forges se trouve dans un local spécial, entièrement séparé des ateliers de construction par une cour spacieuse, afin que le bruit, le charbon et la fumée ne gênent pas les ouvriers : il se compose de quatorze feux, ou de sept forges doubles, marchant par un seul ventilateur, lequel prend son mouvement de l'arbre de commande des tours par un axe en fer qui traverse la cour. Ces feux sont accompagnés

des enclumes, des étaux, des bigornes, des baquets et autres ustensiles nécessaires.

Un marteau vertical *i*, à came et à mouvement différentiel, de l'invention de M. Decoster, a été ajouté dans cet atelier pour le travail des grosses pièces.

Ce marteau se distingue des marteaux pilons que nous avons publiés (tom. IV et VI), en ce qu'au lieu de fonctionner directement par la vapeur agissant sur le piston d'un cylindre placé au-dessus, il marche par des poulies et des engrenages qui du reste, sont disposés pour permettre de varier la vitesse ou le nombre de coups de marteau à volonté, et en outre par la combinaison de l'enclume qui reposant sur deux forts tourillons peut tourner sur elle-même, dans un plan vertical, et présenter par suite des faces horizontales plus ou moins élevées au-dessus du sol, ce qui augmente ou diminue la chute de la hauteur du marteau.

On a pu voir à l'Exposition le modèle de cet appareil, et celui de M. Jean Schmerber, qui marche aussi par une came, mais qui reçoit, pour augmenter l'action de sa chute, la pression des ressorts en caoutchouc vulcanisé renfermés dans une boîte disposée au-dessus.

Une petite forge double est placée dans la cour pour servir à la confection et à la réparation des burins, des crochets et autres outils de tourneurs, d'ajusteurs, de raboteurs ou de perceurs. De longs et forts supports en fer avec un grand nombre de séparations sont adjacents à cette forge, pour recevoir les différentes natures de fer et d'acier qui doivent être mis en œuvre.

A la suite de l'atelier des forges sont deux espèces de caves découvertes formant magasins dont, l'un pour le charbon menu, dit de Saint-Étienne, pour les foyers de ces forges, et l'autre pour le charbon dit gaillette, destiné à l'alimentation des générateurs à vapeur. A côté est un petit atelier de cémentation, qui sert à recuire et tremper certaines pièces importantes, qui exigent quelque soin.

ATELIERS DES 1er ET 2e ÉTAGE.

Le bâtiment principal qui, au rez-de-chaussée, renferme les tours, machines à raboter, les meules, etc, est surmonté de deux étages qui occupent la même surface de terrain, et qui sont desservis par un escalier à chaque extrémité.

Le premier étage est aussi garni d'un côté, d'une longue rangée d'étaux d'ajusteurs, de l'autre, d'une suite de petits tours à chariot en l'air ou à plateaux, de petites machines à percer, de limeurs, de meules à affûter et à tarauder, etc; à droite est une petite forge pour la réparation des outils, à gauche est une salle de dessin très-bien éclairée.

Quelques outils sont également au 2e étage, mais en moins grande quantité; on y remarque particulièrement des établis de menuisier, pour les modeleurs, des scies circulaires, un banc à tirer, des étaux d'ajusteurs et

quelques petites machines additionnelles, à percer, à mortaiser et à raboter.

Ces deux étages sont principalement destinés à la confection des différents métiers de filature de lin, de chanvre ou d'étoupes. Il y a quelques années, nous les avons vus complétement remplis d'ouvriers et de machines ; à cette époque M. Decoster livrait aux filateurs, pour 15 à 16 cent mille francs de machines par année.

DES TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT.

Les constructeurs doivent apporter dans les divers établissements qu'ils sont appelés à monter, la plus grande attention à la disposition des arbres, des paliers, des engrenages, des poulies, qui composent ce qu'on appelle les communications ou les transmissions de mouvement. Il ne faut pas seulement que les pièces soient assujetties solidement et posées avec les soins les plus minutieux, mais il faut aussi que les proportions des tourillons, des coussinets, et en général de tous les organes qui sont susceptibles d'occasionner des frottements, soient déterminées avec exactitude.

On absorbe souvent beaucoup de force, par des transmissions mal montées, mal proportionnées; de là résultent des dépenses annuelles qui, estimées en argent, deviennent très-considérables.

Lorsqu'il s'agit de faire mouvoir des machines qui fonctionnent à de grandes vitesses, comme les métiers à filer, les métiers à tisser, et comme les outils d'un atelier de construction, il est utile d'arriver à faire en sorte que les arbres de couche qui doivent commander ces outils ou les métiers tournent à des vitesses qui s'approchent autant que possible de celles des poulies mêmes qui y sont appliquées. Il y a nécessairement avantage de toute manière, soit par l'économie de force motrice employée, soit par l'économie de matières.

Ainsi, dans un établissement comme celui que nous avons pris pour exemple, la vitesse des longs arbres de couche qui sont placés au rez-de-chaussée et au premier étage, est moyennement de 80 révolutions par minute. Le diamètre de leurs tourillons est de $0^m 07$ dans la partie principale, vers la tête de la commande, et de $0^m 06$ seulement vers l'autre extrémité.

Si on avait combiné les mouvements, comme on l'a fait quelquefois ailleurs, pour que ces arbres ne marchent qu'à une vitesse notablement moindre, à 40 ou 50 tours par minute, il eût fallu évidemment que le diamètre de leurs tourillons, et par conséquent leurs diamètres mêmes, fussent notablement plus forts, et par suite que les dimensions des poulies et des cônes montés sur toute leur longueur, fussent aussi beaucoup plus considérables dans le même rapport; il en est de même des manchons d'accouplement, des coussinets, des chaises ou des paliers qui supportent ces arbres. De là résulterait nécessairement une grande augmentation de dépenses, par l'excédant de poids énorme de tous ces organes, et de plus, ce qui est en-

core plus grave, un accroissement sensible dans la résistance, par le surcroît de frottement résultant de la plus grande charge et des plus gros diamètres des tourillons.

Lorsque l'on n'est pas arrêté à l'avance sur les vitesses à transmettre par les communications de mouvement, il importe donc beaucoup de tenir compte de ces deux considérations : minimum de frottement et par suite de force motrice, et minimum de dépenses dans la construction. Sans cet examen préalable, le manufacturier peut être entraîné bien au delà de ses prévisions.

Nous avons eu l'occasion de constater que tel fabricant avait dépensé plus pour les transmissions de mouvement de son usine, en le faisant exécuter à raison de 1 fr. le kil. en moyenne, que tel autre, placé dans les mêmes circonstances, pour des mouvements semblables exécutés à un prix plus élevé de 1 fr. 30 à 1 fr. 40 le kil. Cela est évident, si l'on observe que le premier avait des communications lentes, volumineuses et pesantes, tandis que celles du second, au contraire, étaient rapides et par suite beaucoup plus légères.

Lorsqu'on a pour moteur une machine à vapeur, la vitesse de son arbre étant déjà de 25 à 30 tours par minute, il est très-facile, soit par une paire d'engrenages, soit par deux grandes poulies, d'obtenir directement la vitesse de 80 à 90 tours pour les arbres de commande ; par conséquent, la transmission de mouvement est directe et ne peut être compliquée.

Il n'en est pas tout à fait de même lorsque le moteur est une roue hydraulique qui souvent ne fait que 3, 4 à 5 tours par minute ; il faut nécessairement disposer un ou deux intermédiaires pour atteindre la vitesse de 80 tours et plus ; mais on doit s'arranger pour que les intermédiaires soient restreints et que ce soit toujours la plus longue partie des arbres de couche qui marchent à la plus grande vitesse.

Nous avons donné dans le tome Ier une règle simple et une table relatives au calcul des tourillons des arbres en fonte et en fer, pour les machines à vapeur, et de même dans le tome IIe, la règle et une table servant à déterminer les tourillons des arbres de moteurs hydrauliques ou d'autres susceptibles de porter de grandes charges. Nous croyons utile de compléter ces documents par les règles et la table suivantes, destinées à calculer le diamètre des tourillons d'arbres de transmission en fer ou en fonte, et qui sont soumis à des efforts de torsion moins considérables que ceux des premiers moteurs.

Nous remarquerons à cet effet, d'après Buchanan, que les arbres, en général, peuvent se diviser en quatre catégories, savoir :

1° Ceux qui portent de lourdes charges, comme les arbres de roues hydrauliques ;

2° Ceux qui éprouvent de grands efforts de torsion, comme les arbres de machines à vapeur ;

3° Ceux qui transmettent des efforts moindres, comme les arbres secon-

laires portant de gros engrenages, et appelés arbres deuxièmes moteurs.

4° Enfin ceux qui transmettent de faibles efforts, comme les arbres qui portent de faibles engrenages ou des poulies, et dénommés arbres troisièmes moteurs.

Nous ne reviendrons pas sur les deux premières catégories, qui ont été suffisamment traitées dans le Ier et le IIe volumes; quant aux deux autres, les formules données par Buchanan, traduites en mesures françaises, sont :

Pour les arbres 2e moteurs $d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \times 3{,}375}$ (tourillons en fonte).

$d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \times 2{,}197}$ (tourillons en fer forgé).

Et pour les arbres 3e moteurs $d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \times 1{,}728}$ (tourillons en fonte).

$d = \sqrt[3]{\frac{C}{R} \times 1{,}090}$ (tourillons en fer).

Dans ces formules, d représente le diamètre du tourillon en centimètres.

C la force nominale en chevaux-vapeur de 75 kilogrammètres.

R le nombre de révolutions de l'arbre par minute.

On voit que toutes ces formules ne diffèrent que par le coefficient ; elles démontrent que la force du tourillon est proportionnelle au cube de son diamètre, car on a en élevant les deux membres de l'équation au cube, et en représentant le coefficient par m

$$d^3 = \frac{C}{R} \times m$$

Ainsi un tourillon d'un diamètre double à celui d'un autre est capable de résister à un effort 8 fois plus grand, puisque le cube de 2 est 8.

Or cette formule peut se mettre sur la forme de

$$\frac{d^3}{m} = \frac{C}{R}$$

Ou bien en renversant les termes de la proportion

$$\frac{m}{d^3} = \frac{R}{C}$$

Par conséquent, en divisant les coefficients *m* par les cubes des nombres successifs 1, 2, 3, 4, etc., on aura une suite de nombres correspondants à $\frac{R}{C}$; c'est ce que nous avons fait, on se le rappelle, pour établir la première table (tome Ier). En faisant de même pour les arbres deuxième et troisième moteurs, on obtient la table suivante :

TABLE SERVANT A CALCULER LES DIAMÈTRES DES TOURILLONS D'ARBRES EN FONTE ET EN FER, SOUMIS A DES EFFORTS DE TORSION ET APPELÉS 2e ET 3e MOTEURS.

DIAMÈTRES en CENTIMÈTRES.	TOURILLONS D'ARBRES EN FONTE.		TOURILLONS D'ARBRES EN FER.	
	2e moteur.	3e moteur.	2e moteur.	3e moteur.
1	3375.00	1728.00	2197.00	1000.00
1.5	1000.00	512.00	650.96	296.30
2	422.00	216.00	274.62	125.00
2.5	216.00	110.59	146.13	64.38
3	125.00	64.00	81.36	37.00
3.5	78.71	40.30	51.24	23.32
4	52.74	27.00	34.33	15.62
4.5	37.03	18.96	24.10	10.98
5	27.00	13.82	17.56	8.00
5.5	20.28	10.38	13.20	6.01
6	15.62	8.00	10.17	4.62
6.5	12.28	6.29	8	3.64
7	9.84	5.04	6.11	2.91
7.5	8.00	4.09	5.20	2.37
8	6.59	3.57	4.29	1.93
9	4.63	2.37	3.13	1.37
10	3.38	1.73	2.20	1.00
11	2.54	1.30	1.65	0.75
12	1.95	1.00	1.50	0.57
13	1.54	0.78	1.00	0.45
14	1.27	0.61	0.80	0.36
15	1.00	0.51	0.65	0.29
16	0.82	0.42	0.53	0.24
17	0.68	0.35	0.45	0.20
18	0.58	0.30	0.37	0.17
19	0.47	0.25	0.32	0.15
20	0.42	0.22	0.26	0.13
21	0.36	0.17	0.24	0.11
22	0.32	0.16	0.21	0.09
23	0.27	0.14	0.18	0.08
24	0.24	0.13	0.16	0.07
25	0.21	0.11	0.14	0.06
26	0.19	0.10	0.13	0.05
27	0.17	0.09	0.11	0.04

RÈGLE GÉNÉRALE. — Au moyen de cette table, pour déterminer le diaètre des tourillons des arbres deuxième et troisième moteurs, il suffit diviser le nombre de révolutions par minute par la force nominale en ievaux, et de chercher dans l'une des quatre colonnes de la table le mbre qui se rapproche le plus du quotient; en ayant égard à la nature ı tourillon et à la catégorie à laquelle il appartient. Le chiffre corresponint dans la première colonne donne le diamètre cherché.

Premier exemple. Un arbre deuxième moteur devant transmettre un fort de 12 chevaux à la vitesse de 45 révolutions par minute, quel est le amètre à donner à ses tourillons?

On a $$\frac{R}{C} \text{ ou } \frac{45}{12} = 3\ 25$$

Ce chiffre, dans la deuxième colonne, s'approche de 3.38, et correspond r suite à 10 dans la première, donc le diamètre des tourillons en fonte t de 10 centimètres.

S'ils doivent être en fer, on prendra la quatrième colonne, dans laquelle ı remarque que le quotient 3,25 s'approche de 3,37, et correspond à entimètres à très-peu près.

Deuxième exemple. Quel est le diamètre des tourillons d'un arbre en fer oisième moteur, qui doit transmettre une force de 16 chevaux à la vitesse 80 tours par minute?

On a $$\frac{R}{C} \text{ ou } \frac{80}{16} = 5$$

Ce quotient, dans la cinquième colonne, est près de 4,62, qui corresınd à 6 centim. de la première. Les tourillons doivent donc avoir environ centimètres de diamètre.

Si le même arbre ne marchait qu'à la vitesse de 40 tours, et dût transettre le même effort, on aurait :

$$\frac{R}{C} \text{ ou } \frac{40}{16} = 2.\ 5$$

qui donnerait aux tourillons des diamètres de 7 centimètres.

La portée des arbres de transmission, c'est-à-dire la distance entre leurs urillons, est habituellement de 3 à 4 mètres; elle varie nécessairement ivant l'emplacement, suivant la construction même de l'usine. Il est bon pendant de ne pas la faire trop grande. M. Decoster donne ordinaireent 3^m 50 d'écartement entre les coussinets.

Dans ces proportions, le diamètre du corps des arbres peut être de 1/6 à 5 en plus de celui des tourillons,

C'est-à-dire $D = 1{,}15$ à $1.\ 2\ d$

et il est convenable de les tourner au même diamètre dans toutes leurs longueurs, d'un palier à l'autre, afin que l'on puisse à volonté varier la position des poulies, des cônes ou des roues dentées qui y sont montées.

M. Decoster est l'un des constructeurs qui a le premier compris l'utilité de donner aux tourillons, et par suite aux coussinets, de grandes longueurs. Ainsi ils n'ont jamais moins du double de leur diamètre.

$$\text{soit } l = 2\,d$$

Par conséquent, un tourillon de 7 centimètres de diamètre, aurait 14 centimètres de longueur.

Les coussinets, les paliers et les chaises sont exécutés en conséquence.

Ces proportions paraissent suivies aujourd'hui dans un grand nombre de constructions et de transmissions de mouvement. Nous en avons reconnu l'application dans les essieux de wagons, de tenders et de locomotives.

Dans notre v[e] volume est décrit le système de palier graisseur proposé par M. Decoster, qui paraît adopté maintenant dans bien des usines comme ayant l'avantage de graisser longtemps avec exactitude, et sans qu'il y ait un homme spécial occupé tous les jours à ce travail.

Nous avons réuni dans le tableau ci-joint les poids et les prix des principaux organes de communication de mouvement, suivant le tarif de ce constructeur.

TABLE DES POIDS ET DES PRIX DES ORGANES DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT COMPOSÉS D'ARBRES EN FER TOURNÉS SUR TOUTE LEUR LONGUEUR, COUSSINETS EN BRONZE, PALIERS GRAISSEURS EN FONTE, MANCHONS EN FONTE TOURNÉS ET CLÉS EN ACIER.

DIAMÈTRES des arbres en fer.	POIDS de chaque mètre courant en kil.	POIDS des paliers graisseurs en kil.	POIDS des manchons avec leurs clés en kil.	PRIX RÉUNIS de ces organes par kil.	OBSERVATIONS.
mil.	kil.	kil.	kil.	fr.	
100	61.00	45	52	1.00	Les prix ci-contre sont réduits de 0.10 par kil., lorsque les arbres et manchons ne sont pas tournés.
95	53.89	45	50	1.05	
90	49.41	45	48	1.10	
85	43.04	36	46	1.15	Quant aux cônes et poulies, le prix est de 1 fr. 30 c. le kil. avec clés en acier, quelles que soient leurs dimensions.
80	39.04	36	40	1.20	
75	33.40	30	38	1.25	
70	29.89	30	34	1.30	
65	24.98	24	32	1.40	
60	21.96	24	30	1.50	
55	17.78	19.5	28	1.60	
50	15.25	19.5	27	1.80	
45	11.80	18.5	26	1.90	
40	9.56	18.5	25	2.00	
35	7.56	16	24	2.10	
30	5.59	16	22	2.20	

IDE EXPLICATIVE DES DESSINS, PLANCHES 20 ET 21.

bine à vapeur à haute pres-
la force nominale de 12 che-
r faire marcher une partie des
és au rez-de-chaussée, aux pre-
euxième étages.
chine à vapeur à haute pres-
la force nominale de 16 che-
vant au besoin monter à 20, et
articulièrement à faire mou-
boteuses, les meules et autres

érateurs à vapeur, renfermés
nême chambre, et composés
'une chaudière cylindrique et
ouilleurs.
ninée en briques en communi-
c les foyers des trois généra-

ervoirs d'eau, pouvant servir
ncendie.
Escaliers, à chaque extrémité
nt, pour desservir les premier
ne étages.
oues d'angle transmettant le
nt des arbres de couche des
aux arbres verticaux b b'.
e vertical qui s'élève du rez-
ée au second étage pour com-
les arbres de couche c, c'

re vertical qui commande par
nde paire de roues d'angle a^2
grand arbre de couche d.
1). Arbre de couche qui relie
les mouvements des deux ma-
apeur par des roues d'angle.
nd arbre de couche situé au
ussée, au-dessous du plan-
remier étage, pour comman-
urs à chariot et en l'air, ma-
ercer et autres de l'atelier des

c' (fig. 3). Second arbre de couche qui commande les outils situés au premier étage.

d. Troisième arbre de couche parallèle aux précédents, et destiné à faire mouvoir les machines à raboter, les meules et autres outils de l'atelier des raboteuses.

Ces différents arbres sont en fer, composés de plusieurs parties réunies par des manchons, et tournés sur toute leur longueur; ils portent les cônes et les poulies nécessaires qui transmettent par des courroies le mouvement de rotation à chacune des machines-outils.

e. Colonnes en fonte qui supportent les charpentes du bâtiment, et servent en même temps à recevoir les chaises ou paliers des arbres de couche. Elles sont également réparties au rez-de-chaussée et au premier étage.

F. Atelier des tours au rez-de-chaussée (fig. 1).

Il comprend deux longues lignes de tours parallèles, en l'air, à chariot et à pointes,

Les uns, n°s 1 à 9, montés sur des bancs en fonte,

Et les autres, n°s 10 à 23, sur des bancs en bois avec patins en fonte.

G. Atelier de montage, sur le même sol, comprenant une double ligne de rails f pour recevoir soit des grues mobiles, soit des chariots très-bas à quatre roues, destinés à enlever et transporter les pièces les plus lourdes. Dans cette partie de l'usine sont placés divers outils, tels que :

N°s 24, 25, 26, 27, machines à percer, verticales et à plateau mobile;

N° 28, machine radiale à percer et à aléser;

Nos 29 et 30, petites machines à raboter, dites limeuses;

Nos 31 et 32, machines à mortaiser;

No 33, petite plate-forme à diviser;

No 34, différentes meules à affûter les outils;

No 35, grue mobile à chariot, pouvant se promener sur toute la longueur du chemin de fer;

No 36, une suite d'étaux d'ajusteurs sur une seule ligne.

H. Atelier des raboteuses. Il renferme :

Quatre fortes machines à raboter, à outil mobile, de longueurs différentes, nos 37, 38, 39 et 40;

Trois autres machines moins larges, nos 41, 42 et 43;

Cinq machines étroites à outil fixe, nos 44, 45, 46, 47 et 48, pouvant aussi servir à faire des cannelures ou des rainures;

Deux grands tours à fileter, nos 49 et 50;

Un gros tour en l'air, à plateau et à engrenages, no 51 (tome 4e de la Publication);

Une machine à tarauder les vis et les écrous, no 52;

Deux bancs en fonte, nos 53 et 54, destinés à aléser horizontalement des petits cylindres;

Une grande plate-forme verticale, no 55, pour diviser et tailler les engrenages (voir tome 4e);

Une machine à dresser et tailler les barrettes, pour métiers de filature de lin, no 56 (tome 5e);

Un chemin de fer *f*, destiné au service des grosses machines à raboter;

Une grue mobile, no 57, roulant sur ce chemin pour transporter les pièces.

I. Atelier de moulerie, qui contient:

Une grande meule verticale, no 58, en pierres dures, pour user et blanchir des pièces de fonte ou de fer;

Deux meules plus petites, no 59, destinées au même usage;

Des meules à émeri, no 60;

Et d'autres meules à polir, no 61.

No 62, balance-bascule pour peser les pièces;

No 63, pompe à incendie;

No 64, grue fixe et dynamométrique, placée dans la grande cour, en dehors de l'atelier principal, pour servir au chargement des machines à expédier;

No 65, seconde balance-bascule.

J. Atelier des forges, composés de 14 feux, réunis deux à deux, nos 66, 67, 68, 69, 70, 71 et 72. Chaque foyer est accompagné de sa bigorne, de son enclume, de sa grue en fer, d'un étau à chaud, et de divers outils nécessaires au travail.

h. Ventilateur qui alimente les divers feux. — Il est mis en mouvement par un arbre de couche en fer qui traverse la cour, et qui est lui-même commandé par le grand arbre *c*.

i. Marteau vertical à enclume mobile.

K. Magasin à charbon de forge.

L. Magasin pour le charbon des fourneaux à vapeur.

M. Petit atelier de cémentation, destiné à la trempe et au recuit des grosses pièces.

N. Ratelier servant de magasin pour les fers.

O. Forge double, destinée à la confection et à la réparation des principaux outils.

P. Ateliers du premier étage, destinés particulièrement au montage et à la confection des métiers à lin; il comprend particulièrement :

D'un côté, une suite de tours parallèles et à chariot, ou autres, no 73, pour tourner, aléser et fileter toutes les petites pièces;

Du côté opposé, un long établi en bois, à tiroirs, garni d'étaux d'ajusteurs;

Contre plusieurs colonnes du bâtiment sont appliquées des petites machines à percer, no 74;

Dans différentes parties, du local des limeuses, no 75; des meules à affûter,

76; une petite machine à diviser, 77; une machine à tarauder, n° 78; :t à l'extrémité, une petite forge, 79, avec son soufflet, son enclume et étau.

). Atelier du deuxième étage, com-nant :

.a menuiserie, les modèles, plusieurs tiers montés et divers outils, tels):

I° 80, des établis de menuisier;

I° 81, une grande scie circulaire;

I° 82, deux autres scies de petit dia-re;

N° 83, un banc à tirer;

N°s 84, 85, 86, des machines à percer, à limer et à mortaiser, avec plusieurs étaux d'ajusteurs;

N° 87, un treuil placé au milieu du local, pour servir à monter les pièces du rez-de-chaussée au premier ou au deuxième étage, et réciproquement à descendre, au besoin, des machines entières, finies du deuxième ou du premier, pour les sortir et les charger au rez-de-chaussée;

N° 88, un fourneau à chauffer la colle pour les menuisiers.

NOTICE.

APPLICATION DU SYSTÈME AU MOUILLÉ

A LA FILATURE DU COTON, DE LA LAINE ET D'AUTRES MATIÈRES FILAMENTEUSES,

Par M. MOTTE-BOSSUT, manufacturier à Roubaix.

:n cherchant à appliquer à la filature du coton, de la laine et d'autres substances nenteuses le système au mouillé employé depuis longtemps au filage du lin, Motte-Bossut a eu principalement pour objet, d'une part, d'opérer avec plus de idité et d'économie, et de l'autre, d'atteindre des numéros très-fins avec des ma-es d'une soie très-courte, comme de certains cotons, et en outre, de donner à numéro de fil déterminé une solidité beaucoup plus grande, qui peut s'élever au ble de celle obtenue par l'ancien système de filature à sec.

e nouveau mode de filature perfectionnée embrasse deux opérations, savoir :

• La filature dite au deuxième degré;

› La filature au troisième degré, ou filature en fin.

ans la filature au deuxième degré, les lames ou rubans, proprement dits, four-par le laminoir finisseur, et tenus très-ouverts, traversent un bac plein d'eau, ui leur donne une consistance telle que l'allongement en deviendrait impossible la modification que l'auteur a apportée au mode de pression ou au sellage des bancs oches. Ce sellage, au lieu de porter, comme à l'ordinaire, sur chacun des trois ndres supérieurs ou cylindres de pression, pèse sur le premier et sur le dernier lement, laissant entièrement libre celui du milieu qui n'agit alors que de son le poids sur le ruban. Il en résulte que, sans pincer les fibres du coton, d'une nière rigoureuse, comme auparavant, il en permet l'allongement entre le pre-r et le troisième cylindres, allongement que l'action de l'eau rendrait impos-e, entre le premier et le second cylindres.

n réussit parfaitement, en employant pour ce genre de filature, des cannelures marquées, et en même temps plus distancées que celles qui sont généralement ptées.

our la filature au troisième degré, ce sont les mêmes moyens qui ont aussi né les meilleurs résultats.

La mèche de coton filée aux bancs à broches est de nouveau soumise à l'action de l'eau en plongeant dans le bac transversal, qui est placé entre les cylindres et les bobines. Elle passe ainsi mouillée, de ce bac à la première rangée de cannelés, puis successivement à la deuxième et à la troisième.

Or, le premier cannelé est surmonté d'un rouleau en fer ou en fonte, sensiblement plus fort que d'habitude, et d'un assez gros diamètre pour faire pression par son propre poids, et par suite empêcher tout glissement dans l'étirage de la mèche.

La seconde rangée, celle intermédiaire, reçoit au-dessus un cylindre en fer, d'un petit diamètre, que l'on peut réduire à 15 millimètres, par exemple, afin d'agir en toute liberté, et par conséquent de ne pas causer une pression sensible sur la mèche, dans son passage entre la première et la troisième colonne de cannelés.

Cette dernière, qui délivre la mèche ou le fil étiré, est surmontée d'un cylindre ou rouleau garni sur toute sa surface d'une enveloppe en caoutchouc vulcanisé et recevant une forte pression par des contre-poids suspendus aux brides ou crochets.

Les règles d'étirage ou d'allongement restent les mêmes pour ce mode de filage au mouillé que pour la filature à sec; on obtient d'excellents résultats avec un allongement de 1 à 6, dans les opérations relatives au deuxième degré; et on peut, sans inconvénient, le pousser de 1 à 10 et même jusqu'à 12, dans les opérations au troisième degré.

Ce qu'il importe principalement de remarquer dans cette nouvelle application de filature au mouillé, c'est l'enveloppe en caoutchouc vulcanisé qui garnit le cylindre supérieur du troisième cannelé.

On sait, en effet, que dans la filature du lin, au mouillé, les cylindres de pression, qui sont placés au-dessus de la première colonne horizontale de cannelés, sont comme ceux-ci des cylindres en cuivre cannelés, et de même, sur la colonne de devant, ce sont des cylindres cannelés en bois dur, engrenant également avec des cylindres cannelés en cuivre. Or, cette disposition de cylindres étireurs est évidemment beaucoup plus imparfaite que celle adoptée dans les filatures à sec pour le coton, où l'on emploie des cylindres garnis d'un drap moelleux recouvert lui-même d'une peau lisse en veau; mais on a été naturellement amené à l'usage de ces cylindres de pression en métal ou en bois dur, et cannelés, pour le filage du lin au mouillé, parce que l'eau ne permet pas l'emploi du drap ou du cuir comme garnitures de cylindres étireurs; car, outre que l'eau en mouillant le cuir l'allonge considérablement et le détériore en quelques heures de travail, la mèche mouillée creuse tellement le cylindre que le laminage, après quelques aiguillées, devient impossible. Il a donc fallu renoncer aux essais faits de cette manière.

Pour parvenir au but, on a donc cherché à substituer aux cylindres en bois cannelés, aussi bien qu'aux cylindres couverts de cuir ou de drap, des cylindres de pression garnis de tubes en caoutchouc vulcanisé. Cette substance, qui existe sous différentes formes dans le commerce, n'a jamais été appliquée jusqu'ici à la filature au mouillé. Par l'application de ces nouvelles garnitures, qui sont inaltérables à l'eau qui les couvre, le nouveau système de filature de M. Motte-Bossut devient pour le coton, la laine et autres matières filamenteuses, non-seulement possible, mais même extrêmement simple et facile; nous avons vu des échantillons qui paraissent réaliser, dès à présent, toutes les espérances qu'on en attendait.

MACHINE

A CANNELER ET A CALIBRER LES CYLINDRES DE FILATURE,

Par **MM. PINEL** et **LETHUILLIER**,

MÉCANICIENS A ROUEN.

(PLANCHE 22.)



Parmi les nombreux outils exposés en 1849 dans la galerie des machines, au *palais de l'Industrie,* quelques connaisseurs ont pu remarquer avec intérêt (en passant près du beau modèle de la Crampton de MM. Derosne et Cail) un appareil très-simple, exécuté par un mécanicien fort modeste, M. Lethuillier, ouvrier intelligent, qui, par son aptitude et son travail, venait de s'établir à Rouen. Mais plus d'un visiteur, regardant du côté de la gigantesque locomotive, n'a pas sans doute examiné cet appareil, qui pourtant, par sa spécialité et par son caractère de nouveauté, aurait dû attirer l'attention. Nous voulons parler de la machine à canneler et calibrer les cylindres de filature inventée par M. Pinel (de Rouen) et perfectionnée par son gendre.

Nous avons publié, dans le tome IIIe, des machines à faire les cannelures, soit sur les cylindres en fer, soit sur les cylindres en bois; mais ces machines, dont l'une opère avec un burin ou grain d'orge, et l'autre avec une fraise circulaire, ne font et ne peuvent toujours faire, par leur disposition, qu'une seule cannelure à la fois; elles sont cependant aujourd'hui très-répandues, non-seulement dans les ateliers de construction qui s'occupent de la confection des métiers, mais encore dans les filatures mêmes, qui, pour peu qu'elles aient quelque importance, sont forcées d'avoir un atelier de réparation.

La machine de M. Pinel diffère entièrement de celles qui l'ont précédée, en ce que, d'une part, elle effectue les cannelures sur toute la circonfé-

rence, en même temps, et que, d'un autre côté, elle rend la surface extérieure des dents parfaitement cylindrique. Or, pour cette dernière condition seule, la machine est déjà très-utile, car les bons filateurs l'ont reconnu depuis longtemps, on ne saurait trop apporter de précision dans l'exécution de cylindres cannelés, surtout de ceux qui sont destinés aux métiers filant des numéros très-fins. Si les cylindres ne sont pas exactement de même diamètre sur toute leur longueur, on obtient des différences dans la grosseur des fils; et dans une fabrication bien faite, il ne faut pas d'irrégularité, d'inégalité dans les numéros.

Ainsi, en faisant passer une bague en acier trempé, et lisse intérieurement, sur un cylindre cannelé, et en la tirant sur la longueur de celui-ci, son arête tranchante enlève toutes les parties de la surface qui excèdent son diamètre, de telle sorte qu'en quelques passes, et parfois même en une seule, on a rendu le cylindre parfaitement d'égal diamètre dans toute son étendue.

On comprend que ce calibrage est surtout nécessaire sur des cylindres qui ont été cannelés par les moyens ordinaires; mais quand les cannelures elles-mêmes ont été faites au moyen de bagues dentelées à l'intérieur, et que l'on a fait fonctionner comme la bague lisse, il peut être inutile de se servir de celle-ci autrement que pour ébarber les arêtes extérieures. Avec plusieurs bagues différentes, on forme aisément toutes les cannelures, parce que les premières les commencent, tandis que les dernières les achèvent complétement; il en résulte que les cannelures sont tout à fait régulières et de même diamètre partout.

Les bagues qui servent à canneler ou à calibrer sont ajustées et tenues solidement dans un support à chariot qui marche horizontalement, guidé par deux colonnes parallèles et entraîné par la rotation d'une longue vis de rappel. Les cylindres sont fixes, portés non-seulement par leur extrémité, mais encore, au besoin, par des poupées à lunettes, quand ils présentent une certaine longueur.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A CANNELER,

REPRÉSENTÉE FIG. 1 A 6, PL. 22.

La fig. 1re de ce dessin est une élévation longitudinale de la machine toute montée; la fig. 2 en est un plan général vu en dessus, et la fig. 3 en est une vue par bout.

Elle se compose, comme parties fixes, de deux longues colonnes horizontales en fer A, placées dans le même plan et retenues solidement par de forts écrous à la partie supérieure des châssis ou pieds en fonte BB', reliés vers le milieu de leur hauteur par les entretoises en fer D, et que l'on boulonne simplement, soit sur des dés en pierre, soit sur des charpentes C, incrustées dans le sol.

Pour les parties mobiles, au milieu de l'espace libre laissé entre les deux

colonnes, est la vis de rappel à deux filets E, qui, d'une part, est retenue dans un collet du châssis B', et, de l'autre, dans un étrier ou traverse en fer F, composée de deux pièces superposées qui embrassent les colonnes et y sont fixées par des boulons à écrou.

Cette vis de rappel porte à son extrémité, soit une manivelle *m*, lorsqu'on veut marcher à la main (ce qui paraît être le plus généralement adopté), soit un engrenage qui permet de la faire mouvoir par un moteur continu; mais alors, dans ce dernier cas, il est utile de disposer le mouvement de telle sorte qu'on puisse aussi bien la faire tourner à gauche qu'à droite et réciproquement, afin de rappeler dans un sens ou dans l'autre à volonté, et, par suite, pour que les bagues qui ont été poussées dans une direction puissent revenir de même.

Une poupée en deux pièces G, renfermant en son milieu (fig. 2) un écrou en bronze *a* qui est traversé par la vis de rappel, reçoit de celle-ci un mouvement rectiligne, dans une étendue correspondante à la longueur des cylindres à canneler ou à calibrer. Cette poupée présente de larges empattements, pour être bien assise sur les colonnes, et ne pouvoir dévier de la direction qu'elle doit suivre; les deux parties reliées par les quatre boulons à écrous *b*, forment en outre oreilles pour se relier par les deux fortes tiges parallèles en fer H, à la seconde poupée I.

Cette dernière est exactement composée, comme la précédente, de deux parties semblables réunies par les boulons *b'*, mais renfermant à l'intérieur, au lieu d'un écrou, une bague ou virole d'acier *c* (voy. la fig. 4, qui représente sur une échelle plus grande une section verticale faite par l'axe de la poupée).

Lorsqu'on veut canneler, la bague présente la forme indiquée sur les détails (fig. 5), c'est-à-dire qu'elle est dentelée intérieurement, près de la moitié de son épaisseur; ses cannelures, faites avec un outil spécial, sont exactement semblables à celles que l'on veut produire sur le cylindre même; seulement, comme on ne pouvait faire ces dernières d'une seule passe, c'est-à-dire, avec une seule bague, on a le soin de disposer plusieurs bagues semblables, graduées comme on fait les différents tarauds, par exemple, qui doivent servir à tarauder de forts écrous; de telle sorte que la première bague commence à former les cannelures, la seconde et la troisième impriment celles-ci plus fortement, et les dernières finissent entièrement.

La disposition de la poupée en deux pièces permet de changer ces bagues très-promptement; aussi on peut dire que, malgré le temps nécessaire pour effectuer les changements successifs, un cylindre est bien plus tôt cannelé par cette méthode que sur les machines à raboter, où une seule cannelure se fait à la fois.

Pour calibrer les cylindres qui sont préalablement cannelés, il suffit de mettre à la place de la bague dentelée une bague ou virole unie, comme celle indiquée fig. 6; elle est évidemment faite de même, un peu conique

à l'extérieur pour s'ajuster dans la poupée, où elle est retenue par une vis de pression *d* (fig. 4) qui, taraudée dans l'épaisseur de celle-ci, pénètre d'une petite quantité dans la rainure pratiquée sur sa longueur, afin de l'empêcher de tourner sur elle-même lorsqu'elle travaille.

Ces bagues ou matrices sont toutes évidées intérieurement dans une partie de leur épaisseur, afin de dégager les copeaux de métal qu'elles enlèvent à chaque passe; elles ont ainsi toute la solidité nécessaire, sans occasionner trop de frottement; leur ouverture est d'ailleurs légèrement conique pour couper principalement par l'angle de la face antérieure.

Le cylindre J, que l'on veut canneler ou calibrer, est porté, d'une part, par une tige centrale *e* adaptée au milieu du collier en deux pièces K, qui est solidement retenu aux colonnes horizontales A, et dans la position qu'elle doit occuper, par les boulons à écrou *f*, et, de l'autre, par une seconde tige *e'*, fixée au milieu de la tête du châssis vertical B, et soutenue par l'étrier en deux pièces L. Cette seconde tige est à embase, par conséquent elle est constamment à demeure, tandis que la première *e* n'en a pas; mais elle est solidaire par son écrou avec une platine en fer *g*, à la partie inférieure de laquelle est accrochée la chaîne *h*, qui passe sur la poulie de renvoi M, et porte le contre-poids N, afin de maintenir le collier K et la tige *e* du côté du cylindre.

Cette disposition présente l'avantage de permettre d'enlever le cylindre très-promptement, et d'en remettre un autre à sa place de même, puisqu'il suffit de soulever le contre-poids pour rendre le collier libre et faire glisser celui-ci en arrière. Elle permet aussi de placer sur la machine des cylindres plus ou moins longs à volonté, et même des cylindres dont les tables sont très-différentes.

D'après cela, il est aisé de concevoir le jeu et le travail d'une telle machine :

Lorsque le cylindre est en place, comme on l'a supposé sur le dessin, si on imprime à la vis de rappel un mouvement de rotation sur elle-même, comme elle est prise dans ses collets, elle force nécessairement l'écrou *a*, et avec lui la poupée G, à marcher et, par suite, à faire avancer, en même temps, la seconde poupée I et sa bague ou virole *c*. Cette dernière, entourant le cylindre, attaque sa surface, et enlève toute la matière qui excède son diamètre intérieur; elle polit et calibre ce cylindre, si son intérieur est lisse comme la bague (fig. 6); elle y imprime ses cannelures, si au contraire elle est dentelée comme celle tracée fig. 5.

INDICATEUR-CARILLON D'ALARME

POUR L'ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES A VAPEUR

Imaginé par **M. LEMAITRE**, Ingénieur constructeur de chaudières, et exécuté par **M. WAGNER**, horloger-mécanicien, à Paris.

(FIG. 7, 8 ET 9, PLANCHE 22.)

M. Lemaitre, dont nous avons à déplorer la perte toute récente et à qui industrie doit plusieurs inventions importantes (1), avait imaginé un ›pareil fort ingénieux que l'on a pu remarquer avec intérêt à l'Exposition : 1849, et que nous avions choisi parmi les collections des diverses maiines, des différents outils et instruments remarquables qu'il nous a été :rmis de relever en détails.

Cet appareil a pour objet de prévenir le mécanicien, le chauffeur ou le nducteur d'une machine à vapeur que la pompe alimentaire qui injecte :au dans la chaudière fonctionne mal, ou qu'elle a cessé de fonctionner :puis un certain temps. Il avertit de plus au moyen d'un timbre le maxi-um de retard que peut comporter le générateur pour lequel il a été ›nstruit.

On sait de quelle importance est l'alimentation continue et régulière des ıaudières à vapeur, et combien il faut apporter d'attention à la marche :s pompes qui doivent leur envoyer l'eau nécessaire. Or, souvent le ıauffeur ne s'aperçoit pas assez tôt que, quoique la pompe joue, elle ne ›nne pas d'eau, ou elle ne fournit pas la quantité pour laquelle elle a été ılculée. Ce n'est qu'en jetant les yeux sur le flotteur appliqué au généra-:ur, ou quand il entend le bruit du sifflet d'alarme, qu'il reconnaît que ılimentation n'a pas bien été, mais il ne saurait dire depuis quel temps le n'agit plus.

(1) Nous devons surtout rappeler sa machine à river les tôles, publiée dans notre IVe vol., et qui puis a été appliquée en Belgique et en Angleterre.

L'appareil de M. Lemaitre remédie parfaitement à cet inconvénient. Le principe sur lequel il repose est très-simple; il s'appuie en même temps sur le jeu du piston et sur le jeu des clapets, c'est-à-dire que d'un côté l'instrument est mis en communication avec la tige du piston, et de l'autre avec les clapets ou avec une soupape supplémentaire qui ne fonctionne que lorsque les clapets de la pompe jouent. Or, la combinaison du mécanisme est telle que le mouvement des clapets détruit celui du piston. Ainsi, quand la pompe est en marche, si tout fonctionne bien, c'est-à-dire si le nombre de battements de chaque clapet correspond exactement au nombre de coups du piston, l'aiguille de l'appareil n'indique rien, parce qu'elle ne bouge pas. Mais si la pompe continuant à marcher, les soupapes ne jouent pas, les coups de piston seuls faisant mouvoir l'aiguille, celle-ci par son changement de position indique sur un cadran le temps depuis lequel l'interruption a eu lieu.

Pour bien comprendre cet effet, il est utile de jeter les yeux sur les fig. 7, 8 et 9 qui représentent l'appareil complet vu de face, en coupe verticale, et intérieurement. Ce n'est autre qu'un mécanisme d'horlogerie composé d'un barillet A renfermant un ressort en spirale, comme celui d'une pendule, et fondu avec une roue dentée B de 72 dents qui engrène le long pignon C de 9, monté sur l'axe de la roue d'échappement D de 24, dans les dents de laquelle s'engage le double rochet E, dont l'axe prolongé porte au dehors un marteau F destiné à frapper sur le timbre G. Le barillet est ajusté sur une douille mobile en cuivre H, qui tourne libre sur l'axe principal *a*, lequel est porté par les deux joues verticales de la boîte en tôle ou en cuivre I qui renferme tout le mécanisme. Cet axe se prolonge d'un côté au dehors de la boîte et traverse le centre du cadran gradué J, pour recevoir l'aiguille indicatrice *b*, qui tourne avec lui, tandis que le cadran reste immobile, retenu sur la face de la boîte. Sur la même douille H est rapportée la roue dentée K, de 90 dents, avec laquelle engrènent, d'un côté un pignon *c*, de 9 dents, dont l'axe porte au dehors de la boite une roue à rochets L. Celle-ci est armée de 36 dents et est mise en mouvement par le cliquet *d* qui est adapté au levier ou balancier en fer M, lequel est en communication avec la tige du piston de la pompe alimentaire.

Ainsi, à chaque coup de piston, le balancier est soulevé, et en retombant le cliquet *d* fait marcher la roue L d'une dent ou de 1/36 de révolution; par suite le pignon *c*, monté sur son axe, et par conséquent entraîné dans ce mouvement, fait également tourner la grande roue K d'une quantité très-petite, en raison des rapports existants.

Supposons, par exemple, que le nombre de coups de piston par minute soit 30, la roue L fera dans ce temps,

$$\frac{30}{36} = \frac{5}{6} \text{ de tour,}$$

uite la roue K qui tourne dix fois moins vite que son pignon *c*, ne
:

$$\frac{5}{6} \div 10 = \frac{5}{60} \text{ ou } \frac{1}{12} \text{ de tour.}$$

séquent, il faudra 12 minutes complètes pour que cette roue K
aire un tour entier.

'axe principal *a* est également ajustée libre la roue droite N, de
s, avec laquelle engrène le pignon G (fig. 9) de 14, dont l'axe porte
à rochet O (fig. 7) mue par un levier M', semblable au précédent
l'extrémité se relie par une tige à l'un des clapets de la pompe. La
oue N fait corps avec une roue plus petite *e*, qui à l'aide d'une platine
f, communique avec une autre petite roue *i* dont l'axe est porté
e-ci. Cette dernière roue a donc deux mouvements circulaires, l'un
-même et l'autre autour de l'axe *a*; or, elle engrène avec les che-
implantées, au nombre de 54, sur la face de la grande roue K, il en
que lorsque tout marche régulièrement, l'aiguille indicative *b*, ne
pas de position, parce que son axe se trouve à la fois avancé et re-
: la même quantité.

mbinaison est telle, en effet, que le nombre de coups du balancier
: égal à celui du balancier M dans le même temps, produit la même
, mais seulement en sens inverse.

la roue à rochet ayant 20 dents, fait 1/20 de tour, à chaque pul-
u levier M', le pignon monté sur son axe en a 14, et engrène avec
N qui en a 84. Par conséquent, le rapport est de :

$$\frac{14}{84} \text{ ou } \frac{1}{6}$$

ur 30 pulsations par minute, la roue O fait

$$\frac{1}{20} \times 30 = 1^{t}\,1/2$$

ue N en fait

$$1{,}5 \times \frac{1}{6} = \frac{1{,}5}{6} = 0{,}25$$

soit 1/4 de tour.

rapport entre la petite roue *i* et le nombre de chevilles de la roue
de 1 à 3, on n'a plus pour la roue N que

$$1/4 \times 1/3 = 1/12 \text{ de tour,}$$

ent comme ci-dessus.

omprend alors maintenant que si le balancier ou le levier M' ne

fonctionne pas, ce qui suppose que le clapet ou la soupape à laquelle il se relie ne joue plus elle-même, la roue N n'obéit qu'au mouvement de la roue à chevilles, et par suite l'axe principal *a* qu'elle entraîne est forcé de tourner; l'aiguille s'avance alors et indique sur le limbe gradué J qui est supposé, dans l'appareil représenté, divisé en 16 parties égales ou 16 minutes, le temps ou nombre de minutes depuis lequel cette soupape a cessé de fonctionner.

Sur cet axe est rapportée une espèce de came *l* (fig. 9) à une seule dent, à laquelle s'accroche la branche entaillée *m*, après une révolution entière; cette branche est reliée par le tourillon *j* au bras incliné *n* qui en tombant, par la chute même de la première, rencontre une goupille *o* adaptée à la roue d'échappement D et l'empêche de tourner; il en résulte par suite que le marteau est poussé vivement contre le timbre G et appelle l'attention du chauffeur ou du conducteur de la machine.

En terminant cette description, qu'il nous soit permis de dire quelques mots sur M. Lemaitre que l'industrie vient de perdre tout récemment.

NOTICE HISTORIQUE SUR LES TRAVAUX DE M. LEMAITRE.

M. Lemaitre est, on peut le dire, l'homme de ses œuvres. Après quelques mois d'apprentissage comme menuisier dans un village de Normandie, il vint à Paris pour travailler dans le bâtiment; c'était un chemin de traverse pour arriver à s'élever plus tard au premier rang parmi les constructeurs. Déjà il pensait à la mécanique, et pour s'en rendre l'accès moins difficile, il suivit pendant deux ans les cours de géométrie, de mécanique et de physique au Conservatoire des Arts et métiers; le peu de temps qui lui restait était employé au dessin des machines. Bientôt il entra comme menuisier modeleur dans un établissement important où l'on construisait des métiers de filature; au bout de quelques mois, il montait des bancs à broches; peu de temps après il entra chez M. Cavé, qui commençait alors son atelier de construction, et qui, reconnaissant les capacités de M. Lemaitre, lui confia la direction de plusieurs travaux d'une certaine importance, puis ils devinrent beaux-frères.

M. Lemaitre resta ensuite pendant plus de douze ans chargé d'une partie des grands travaux que M. Cavé a exécutés pour les appareils à vapeur de l'État. Les divers travaux l'ont amené à faire dans les outils et dans les machines des améliorations utiles. Il fut le premier, en 1832, qui mit en pratique le condenseur par surfaces.

Mais ce qui le préoccupait le plus, c'était le travail de la chaudronnerie, et surtout l'imperfection de son outillage. Il se décida enfin, en 1840, à former un établissement spécial pour cette branche de construction; il commença par apporter des perfectionnements aux anciens outils et en imagina de nouveaux. En 1844, le jury d'exposition en rendit un compte extrêmement favorable et lui décerna la médaille d'or; c'est à cette époque que nous publiâmes sa belle et intéressante machine à percer et river les tôles, qui est évidemment la plus heureuse conception en ce genre. Depuis, il n'avait cessé de donner de l'extension à son usine.

En 1847, il a employé jusqu'à deux cents ouvriers, et il faisait, en moyenne, pour près de 300 mille francs de travaux par année en chaudronnerie de toute espèce. Il a fait encore en tôlerie plusieurs grues de grande puissance, des plaques tournantes de grand diamètre, des poutrelles pour ponts suspendus et divers travaux de cette nature.

Depuis plusieurs années, M. Lemaitre s'était appliqué à substituer, dans certaines limites, la tôle au fer forgé et à la fonte. Dans ce but, il a fait plusieurs expériences sur la résistance de torsion et celle de flexion des pièces cylindriques en tôle, et qui l'ont mis à même de travailler plus hardiment qu'il n'aurait pu le faire autrefois; il a construit, il y a cinq ans, un arbre en tôle de 13 m. 50 c. de longueur, et 0 m. 55 c de diamètre, pour un appareil à vapeur de 250 cheveaux. Il était persuadé qu'on peut exécuter par la chaudronnerie une foule de travaux à un prix infiniment moins élevé qu'avec d'autres matières, et d'une solidité qui ne laisse rien à désirer, notamment les pièces d'une grande portée, telles que ponts, arbres, poutres, grues, colonnes, machines à mâter, écluses, etc.

Les résultats qu'il a obtenus, les expériences auxquelles il s'est livré ne laissent aucun doute sur la possibilité d'arriver en suivant cette voie, à des applications utiles et inespérées. Ses innovations ont été accueillies très-favorablement par la Société d'Encouragement, qui lui a décerné une médaille d'or.

On a remarqué à son exposition de 1849: 1° un *pont en tôle*, qu'il a éprouvé à 45,000 kil., charge plus que double d'une locomotive, si l'on compare la longueur de ces machines à celle sur laquelle étaient répartis les poids qui ont servi à l'épreuve: ce genre de pont, nouveau en France, est d'un prix de plus de 30 p. 100 moins élevé que ceux en fonte, tout en présentant plus de sécurité; 2° *une grue en tôle* capable de soulever 22,000 kil., et cotée seulement 400 fr. la tonne, du poids qu'elle soulève, soit 20 p. 100 moins élevé que le prix des grues en fonte; 3° l'appareil dit *Carillon d'alarme*, que nous venons de décrire; 4° *des viroles pour tubes* de chaudières, viroles différentes de toutes celles fabriquées jusqu'à présent, en ce qu'elles ne sont ni forgées ni tournées, mais toutes exécutées mécaniquement par des procédés très-simples, que nous ferons connaître prochainement avec détails; 5° *un sifflet d'alarme* à sons variables, dont le principe est basé sur celui de la flûte, et qui, en laissant passer à l'intérieur du cylindre une certaine quantité de vapeur, réglée par un clapet placé au-dessus et que l'on ouvre plus ou moins pour varier les sons.

M. Lemaitre, par ses divers travaux, s'est justement acquis une belle réputation non-seulement en France, mais à l'étranger. Il est douloureux de voir de tels hommes mourir si tôt, au moment de recueillir la récompense de leur génie et de leur persévérance.

FLOTTEURS A SIFFLET

ET SIFFLETS AVERTISSEURS

APPLIQUÉS SUR LES GÉNÉRATEURS A VAPEUR,

Par **M. LETHUILLIER**, Mécanicien à Rouen.

(PLANCHE 22.)

On sait combien il est important d'avoir sur les générateurs à vapeur de bons appareils qui préviennent, pendant le service, non-seulement le chauffeur ou le mécanicien chargé de les entretenir, mais encore les chefs d'établissements, les conducteurs ou les inspecteurs, à des distances assez éloignées, afin d'éviter des accidents plus ou moins graves, dont les conséquences sont toujours extrêmement fâcheuses.

M. Lethuillier, s'occupant depuis plusieurs années de la construction des instruments et des divers appareils de sûreté principalement applicables aux chaudières à vapeur, a pu apporter successivement dans plusieurs d'entre eux des modifications importantes, et arriver par suite à en faire d'une disposition complétement nouvelle, qui présentent sur les autres des avantages incontestables. Ainsi il est parvenu à exécuter des *sifflets avertisseurs* ou *sifflets d'alarme*, qui, tout en évitant les inconvénients de ceux qui ont été proposés précédemment, ont le mérite d'être d'une construction très-simple, d'un montage facile, et de ne pas être susceptibles de se déranger, quelle que soit d'ailleurs la négligence ou le peu d'attention du chauffeur.

Il a disposé ces instruments de plusieurs manières, soit pour les appliquer sur des chaudières de locomotives ou de bateaux, soit pour les adapter à des chaudières fixes, de toutes formes et de toutes dimensions.

Son système de sifflets, au lieu d'être à timbre et à disque circulaire laissant échapper la vapeur sur toute la circonférence à la fois par une fente très-étroite, comme on les a faits jusqu'ici, sont disposés d'une ma-

ère analogue à ceux que l'on remarque dans les jouets d'enfant. Ainsi consistent en une sorte de cloche ou de cylindre creux, échancré latélement, pour former une ouverture oblique, qui est en communication ec le conduit de vapeur par un orifice de 5 mill. de diamètre, de sorte ie lorsque la vapeur sort par cet orifice, elle frappe le bord de l'ouverture lique, et produit un son très-prononcé qui est encore augmenté par la pacité intérieure de la cloche.

Les fig. 10, 11 et 12 du dessin pl. 22e peuvent donner une idée de ce enre de sifflets appliqués sur les chaudières fixes; les fig. 13 à 16 reprérntent des sifflets analogues, mais se manœuvrant à la main, appliqués ir les bateaux et les locomotives.

FLOTTEUR A SIFFLETS AVEC BALANCIER INTÉRIEUR. — Ce système a vantage de permettre de placer le sifflet où on le désire, à des disnces plus ou moins éloignées de la chaudière, tout en restant en communication avec elle. Il consiste en une douille de cuivre ou de bronze A, idée intérieurement et fermée complétement par le haut, mais ouverte n *a*, et percée à sa base d'un petit trou *b*, qui donne issue à la vapeur ig. 11). Elle est, en outre, filetée à cette base pour se relier avec un manion à une base B de même métal, fixé par un écrou au bout du tube C, ui, prenant les contours nécessités par la localité, s'assemble par l'autre ctrémité avec le canon D appliqué sur le générateur. Ce canon, fileté inrieurement, se visse sur la partie extérieure du support E, qui, prolongé n dedans de la chaudière, porte l'axe du balancier F, dont le bras le plus ourt porte la tige *c* du flotteur H, et le plus long le contre-poids G, qui lui it équilibre.

Le sommet *d* de cette tige forme un bouchon ou soupape conique qui rme l'ouverture semblable ménagée au haut du canon D, à la naissance u tube C. Ainsi, tant que l'eau est à son niveau normal, cette ouverture onique reste fermée, il ne peut sortir de vapeur, le sifflet ne fonctionne as; mais lorsque l'alimentation a été ralentie, et que, par suite, le liquide st descendu au-dessous du niveau de régime, l'extrémité conique de la ge *c* découvre son orifice et donne passage à la vapeur, qui alors s'élève isqu'au sifflet et produit le son aigu que l'on peut entendre très-bien dans s parties les plus éloignées de l'usine.

Au besoin, on peut manœuvrer l'appareil à la main, à l'aide de la tige dditionnelle *e* qui, traversant un stuffingbox, permet de soulever la grande ranche du balancier F, et, par suite, d'ouvrir la soupape conique *d*, pour ire fonctionner le sifflet et reconnaître s'il est en bon état.

Ce système de flotteur a l'avantage de ne pas permettre au chauffeur u'il puisse l'empêcher de fonctionner; le chef ou le contre-maître de établissement est toujours prévenu dès que l'eau est descendue au-desous de son niveau normal.

SIFFLET AVERTISSEUR A DOUBLE SIÉGE. — La fig. 12 représente un utre système de sifflet d'alarme à double siége ou double soupape, qui

indique bien aussi quand le niveau de l'eau dans la chaudière est trop bas. La tige *c*, qui, à l'extrémité supérieure est attachée à la chaîne à contrepoids I, et porte le flotteur à son extrémité inférieure, est munie de deux parties coniques *d*, *d'*, qui s'appliquent successivement sur les siéges de la colonne creuse J, laquelle est fondue avec la douille horizontale A formant sifflet et avec le support K de la poulie à gorge L.

Il est aisé de concevoir que, par cette disposition, lorsque le flotteur renfermé dans la chaudière descend par un abaissement d'eau, la tige *c* descend aussi, et sa soupape inférieure *d* découvre l'orifice qui permet à la vapeur de s'échapper; mais sa course est limitée, parce que la soupape supérieure *d'* repose alors sur son siége, et au contraire, lorsque le niveau s'élève au-dessus, la même soupape *d* ferme tout passage.

M. Lethuillier exécute de ces sifflets, qui préviennent aussi bien quand il y a trop d'eau dans la chaudière que lorsqu'il n'y en a pas assez.

Sifflets avertisseurs a sons variables. — Ce mécanicien a construit également des sifflets avertisseurs proprement dits, spécialement destinés aux locomotives et aux bateaux à vapeur, et établis, au reste, sur le même principe que les précédents, mais avec cette différence toutefois qu'ils fonctionnent à la main; et un grand nombre d'entre eux, au lieu d'être simples, sont réellement multiples; c'est-à-dire que la vapeur peut sortir à la fois par plusieurs orifices et agir comme s'il y avait plusieurs sifflets réunis.

Les fig. 13 et 14 représentent, en coupes verticale et horizontale, un système de sifflet à trois cloches pouvant produire des sons différents.

Il se compose de la réunion de trois cylindres creux A fondus ensemble, et ayant chacun leurs ouvertures latérales *a* exactement en regard des orifices *b* pratiqués dans la base circulaire B, qui porte le tout. Cette base reçoit en dessous un petit robinet M, que l'on fait simplement tourner à la main, quand on veut siffler, à l'aide de la manivelle à trois poignées N, fig. 15. On visse, on boulonne, si on le juge convenable, l'appareil directement sur la chaudière, ou on le rapporte par un tuyau.

Par la disposition des orifices pratiqués au robinet, on peut à volonté mettre une seule ouverture *a* en communication avec la chaudière ou bien les trois ensemble; il suffit pour cela de tourner la manivelle de telle sorte que l'une des poignées soit verticale; ces poignées sont de forme différente, comme le montre la fig. 15, pour qu'on puisse toujours les distinguer.

Les sons produits, lorsque le robinet est entièrement ouvert, par l'effet de la vapeur qui agit à la fois sur les différentes ouvertures opposées, sont tellement considérables, que, dans des temps calmes, ils peuvent s'entendre à plus de 10 kilomètres de distance, ce qui est d'un grand intérêt pour les chemins de fer et la navigation, parce qu'il permet de prévenir assez longtemps à l'avance et d'éviter des accidents. On emploie aujourd'hui ce système de sifflet avertisseur sur les locomotives en mouvement dans les gares et pour les trains de marchandises.

Pour les navires, M. Lethuillier en établit à quatre cylindres produisant un son aigu, qui, en mer, se fait entendre à 12 kilomètres.

Le système de sifflet avertisseur à un seul cylindre représenté en coupe verticale sur la fig. 16 est particulier par l'addition d'un plateau mobile O qui permet d'augmenter ou de diminuer la capacité de la cloche A, et, par suite, de varier le son. Ce plateau est attaché à une tige filetée P, que l'on peut faire tourner en dehors, pour le monter ou le descendre de la quantité qu'on désire. L'appareil fonctionne lorsqu'on ouvre son robinet M, comme le précédent.

M. de Saint-Léger, ingénieur des mines à Rouen, ayant eu l'occasion d'expérimenter les différents appareils d'alarme de M. Lethuillier, en a rendu un compte très-favorable, et a reconnu que ce constructeur avait complétement résolu, à ce sujet, le problème pratique dont la solution avait été imparfaite jusqu'à présent, sous le rapport de la solidité, de l'exactitude et de la régularité.

Les sifflets à biseau, avec des ouvertures de 5 millim. de diamètre près la sortie de la vapeur, ont en effet le mérite de ne pas s'engorger, ni de se déranger, dans aucun cas.

Voici les prix auxquels il les livre au commerce :

Flotteurs d'alarme.

N° 1, avec balancier à l'intérieur de la chaudière et le sifflet à l'extérieur du bâtiment, sans tuyau conducteur ni meule.	75 fr.
N° 2, à l'extérieur, sans meule.	45

Sifflets-Avertisseurs pour chemins de fer et bateaux.

Sifflet à 1 son ordinaire.	35
2 sons séparés et 1 seul cylindre.	50
2 sons et 3 cylindres.	75
1 son et 4 cylindres.	80

NOTICES INDUSTRIELLES.

LOCOMOTIVE *LE RHONE* PAR M. ERNEST GOUIN.

M. Ernest Gouin a fondé, depuis quelques années, des ateliers pour la construction des machines que le nombre, la puissance et le perfectionnement de leurs outils, placent au premier rang parmi les usines importantes de la France.

Il est déjà sorti de ces ateliers un grand nombre de locomotives ; elles ne se sont pas fait remarquer seulement par leur travail et par leur service, mais aussi par de notables améliorations. Avant de créer son établissement, M. Gouin avait étudié

en Angleterre la construction des locomotives, et dirigé comme ingénieur la locomotion sur l'un de nos chemins de fer.

Le Rhône, qu'il a envoyé à l'exposition, présente, par l'ensemble de son système, quelque ressemblance avec les locomotives construites il y a quinze ans. La forme de la chaudière, la disposition des essieux, la position des cylindres, sont à peu près ce qu'elles étaient dans les machines qui ont paru dans les premières années de l'exploitation du chemin de fer de Liverpool à Manchester. Les machines d'un faible poids avaient une grande stabilité dans la marche. Les inconvénients qu'on leur trouvait étaient des manques de puissance et elles consommaient trop de charbon; c'est pour remédier à ces défauts qu'on avait songé aux longues chaudières qui devaient produire beaucoup de vapeur et consommer peu; ces avantages n'ont point été obtenus. On a augmenté ainsi le poids de la machine sans augmenter la production de vapeur, et il en est résulté un inconvénient grave, c'est la résistance que les gaz ont éprouvée à passer dans de longs tubes et à travers une grille réduite, résistance dont le tuyau d'échappement a dû triompher aux dépens de la force des cylindres.

On avait trouvé le mécanisme des premiers cylindres compliqué et d'une inspection difficile, et on a eu recours aux cylindres extérieurs. La nouvelle position des cylindres, jointe au rapprochement des essieux extrêmes, accrut les mouvements de lacet et les chances de sortir de la voie.

On reconnaît aujourd'hui presque universellement que pour atteindre le but qu'on se proposait, il fallait non pas allonger la chaudière et les tubes, mais augmenter la surface de grille, augmenter le nombre des tubes et leur section. La faculté de vaporisation de la chaudière est alors augmentée sans que l'énergie de l'échappement doive devenir plus grande. Au contraire, l'air et les gaz passent plus facilement à travers le coke, et les tubes rendent le tirage par l'échappement presque inutile. Les essieux extrêmes maintenus à une distance raisonnable, conservent à la machine la stabilité que lui donne la position des cylindres agissant sur un essieu coudé. Les avantages de ces dispositions sont confirmés par l'expérience. Chaque jour les ingénieurs les plus compétents viennent appuyer le système adopté dans la machine *le Rhône*.

M. Gosch, ingénieur de matériel du Great-Western, qui a fait sur les locomotives les expériences les plus complètes, a constaté les avantages que présentait ce genre de machines sous le rapport de la stabilité, de la consommation et de la vitesse. La section de la grille et des tubes établie sur les proportions indiquées par l'expérience, et combinée avec un grand diamètre de cylindres et une détente prolongée, a fait descendre la consommation aux dernières limites atteintes jusqu'à ce jour par des charges et des vitesses considérables. Les résultats sont des résultats pratiques, incontestables, basés sur les faits de tous les jours.

Le mérite de la machine *le Rhône* est de réunir tous les perfectionnements dus à une longue observation.

Le système de distribution est à détente variable, d'après le principe de la coulisse Stephenson. En voici le tableau :

TABLEAU DE DÉTENTE.

Points.	Admission pendant.	Détente.	Avance à l'échappement.	Échappement pendant.	Compression.	Avance contre vapeur.	Rapport de l'ouverture pour l'admission à la surface du piston.	Rapport de l'ouverture pour l'échappement à la surface du piston.
1e.	76.74	15.05	8.21	90.71	8.57	0.72	1/16	1/9
2e.	71.65	17.28	11.07	87.90	11.03	1.07	1/16	1/9
3e.	65.49	21.22	13.29	84.91	13.32	1.77	1/18	2/19
4e.	58.12	24.74	17.14	80.72	16.69	2.59	1/22	1/10
5e.	47.81	29.56	22.63	74.74	20.93	4.33	1/27	1/10
6e.	37.45	33.35	29.20	68.47	25.32	6.51	1/32	1/12
7e.	26.52	35.72	37.86	59.60	29.73	10.67	1/37	1/13

Le rapprochement des cylindres dans la machine *le Rhône* devait rendre presque insensibles les mouvements de lacet dus à l'inertie des bielles, tiges de pistons, de même que le ressort d'attelage devait s'opposer au mouvement de va et vient ou de tangage produit par la même cause.

M. Gouin a voulu néanmoins détruire complétement la tendance à ces mouvements et ne pas s'en rapporter seulement au grand écartement des roues extrêmes, écartement qui, sans en détruire la cause, s'oppose au lacet aux dépens des rails, des rebords des roues, des boîtes à graisse, des essieux et des bâtis.

De même les ressorts, que depuis quelques années on a intercalés entre la machine et le tender, n'absorbent la force alternative qui produit le tangage qu'après qu'elle a exercé son action fâcheuse sur les boîtes à graisse et les guides, dont elle augmente notablement l'usure; il fallait empêcher cette force perturbatrice de naître. M. Gouin a pu, avec le travail de M. Lechâtelier, obtenir ces résultats.

Il a pour cela profité des bielles d'accouplement, et leur poids étant insuffisant, il a ajouté deux contre-poids de 56 kil. chacun, dont le centre de gravité est à 566 millim. de l'axe de l'essieu. Les roues ont été calées sur les essieux de manière que les manivelles extérieures fassent avec le prolongement des manivelles extérieures un angle de 21° 28′ 25″, et par conséquent entre elles un angle de 47° 3′ 10″.

Ainsi équilibrée, la machine de M. Gouin, si elle était suspendue, resterait rigoureusement immobile, à quelque vitesse que l'on fît tourner les roues motrices, et posée sur la voie, elle a la stabilité d'une voiture du même poids qui aurait six roues à l'écartement extrême de 4m 230, et l'exact parallélisme des essieux des machines les plus soigneusement montées.

Avec sa charge normale d'eau et de coke, *le Rhône* pèse 24,270 kil. Le centre de gravité de la partie de la machine reposant sur les ressorts, est à 633 millim. en avant de l'essieu moteur. Cette position a été déduite de plusieurs pesées, correspondant à des répartitions différentes de la charge sur les ressorts pesés, qui ont toutes fourni, à 001 millim. près, le même résultat. Il en résulte la possibilité de faire porter sur les trois paires de roues les poids suivants :

Essieu d'avant	9,916	kilog.	} 19,832 kilog. utilisés pour produire
de milieu	9,916	—	} l'adhérence.
d'arrière	4,438	—	Total, 24,270 kilog.

La charge de 9,916 kilog. à l'avant, assure la machine contre tout mouvement de galop. Les 5/6 du poids total sont utilisés pour produire l'adhérence, sans que la charge sur aucun des essieux atteigne celle que l'on met sur les roues motrices des machines à voyageurs.

L'emploi d'un essieu coudé a obligé M. Gouin à relever la partie cylindrique de la chaudière, sans néanmoins que cela élève d'une manière appréciable le centre de gravité de la machine. En effet, les roues, cylindres, boîtes à graisse, essieux, bielles, glissières, pompes, mécanisme de distribution, bâtis, ressorts, plate-forme, etc., restent à une hauteur qui ne descend que du rayon des roues motrices, tandis que la partie cylindrique de la chaudière, le dôme et d'autres pièces, c'est-à-dire un quart en plus du poids de la machine, se trouvent élevés de quelques centimètres.

Des ingénieurs anglais ont reconnu que les voitures les plus stables sont celles qui ont leur centre de gravité le plus élevé, parce qu'alors la caisse participe moins aux mouvements brusques latéraux et verticaux que les roues peuvent recevoir des rails. Du reste, la faible hauteur du centre de gravité des machines les plus élevées, comparée à l'écartement des rails, doit rassurer à cet égard.

DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA MACHINE.

	mèt.
Diamètre du piston	0,400
Course du piston	0,560
Diamètre des roues motrices	1,600
Écartement des essieux extrêmes	4,230
Surface de chauffe de foyer	8,000
Nombre de tubes	155
Diamètre extérieur des tubes	0,050
Longueur des tubes	3,225
Section du foyer à la hauteur de la grille	1,253
Section totale intérieure des tubes	0,248

La surface de chauffe du foyer, la surface des grilles et la section des tubes, sont les plus grandes qui aient été données à une machine destinée à la voie de 1^m 44; jusqu'à présent on n'a trouvé les dimensions semblables que dans les machines de la voie de 2^m 10, et c'est surtout, suivant les ingénieurs du Great Western, à ces dimensions de la chaudière qu'est due la supériorité de leurs machines.

Le dôme a été placé aussi loin que possible du foyer. D'abord pour obtenir une vapeur plus sèche, ensuite pour diminuer la longueur des tuyaux qui conduisent la vapeur aux cylindres. La chambre de vapeur est considérable et empêche toute chance d'entraînement de l'eau avec la vapeur dans les cylindres.

Deux trous d'homme, un sur le dôme, l'autre sur le foyer, permettent de visiter les parties intérieures de la chaudière. L'intérieur de la boîte à fumée est libre, un seul tuyau amène la vapeur aux cylindres; on a tenu à dégager autant que possible le bas de la cheminée, dans le but de faciliter l'action du tuyau d'échappement.

La chaudière est seulement fixée aux cylindres, du reste elle est entièrement libre; elle ne fait que repasser sur les longerons, de façon à lui lâcher toute liberté de dilatation. Par là même, la traction se fait directement des cylindres aux longerons et à l'attelage sans passer par la chaudière. Les efforts de traction ne sont ainsi transmis que par des organes d'une rigidité complète. Les longerons ont

été faits en une seule pièce avec les plaques de garde dans le but d'augmenter la largeur du foyer.

On a donné aussi aux boîtes à graisse un contact avec le longeron, double de ce qu'il est ordinairement, afin de diminuer l'usure rapide qui se produit sur ce point.

On a remplacé le guide carré par un balancier qui n'est soumis à aucune usure, et qui, par conséquent, maintient bien la tige du tiroir à la hauteur voulue sans porter à faux. Le support de la chaudière et le support des cylindres sont combinés de façon à se compléter l'un par l'autre.

LOCOMOTIVES A GRANDE VITESSE (SYSTÈME CRAMPTON).

Par M. Houel, Ingénieur.

« On sait que les locomotives du système Crampton, destinées à un service de grande vitesse, ont été exécutées sur des plans étudiés par l'établissement de MM. Cail et Cie, suivant les dimensions prescrites par le chemin de fer du Nord.

Par le service de ces locomotives, dont plusieurs fonctionnent depuis le mois d'avril 1849 au chemin de fer du Nord, il est démontré que l'écartement des essieux extrêmes, ainsi que le poids de la machine, n'ont produit sur la voie aucun effet nuisible; la cause en est que ce poids, par la disposition même de la machine, se trouve réparti sur les roues motrices et sur celles d'avant, mieux que dans les autres systèmes et surtout que dans les machines du modèle Stephenson.

Dans une locomotive, on a trop souvent l'habitude, quand on veut considérer l'action destructive de la machine sur les rails, d'envisager son poids total, et non d'examiner si elle n'a pas, comme celle Crampton, une répartition telle, qu'aucune de ses roues ne soit plus chargée que la roue qui l'est le plus dans une machine ordinaire du poids de 20 tonnes; ce poids étant considéré comme pouvant être employé sans inconvénient sur un chemin de fer comme celui du Nord ou d'Orléans.

Ainsi, dans les machines à voyageurs du Nord, système Stephenson, et dans celles système Sharp, pesant 20 tonnes, on peut avoir accidentellement sur les roues motrices un poids de 14 à 15 tonnes, à cause de leur position par rapport au centre de gravité de la machine, tandis que dans celles Crampton les roues motrices ont une position telle, qu'elles ne peuvent pas être amenées à porter une fraction du poids de la machine équivalente à cette charge.

M. Houel propose d'introduire à l'avenir les modifications suivantes dans ce système de machine :

La surface de chauffe serait réduite à....................	92 mètres carrés.
Le diamètre des roues motrices serait laissé à............	$2^{m}100$
L'écartement centre en centre des essieux extrêmes serait amené à......................................	4 100
Le diamètre des roues d'avant serait réduit à............	1 300
Le diamètre des roues du milieu serait réduit à...........	1 150
Le poids total de la machine serait réduit à...............	20,500 k. au plus.
Celui du tender, à...	8,000
La contenance de la caisse à eau..........................	6 mètres cubes.

En supposant ces modifications opérées, les objections que l'on peut se croire fondé à faire à la machine dans l'état actuel, le trop grand écartement des essieux extrêmes et son trop grand poids, disparaissent ; et il reste, en faveur de ces machines, les dispositions suivantes qui doivent les faire préférer à tout autre système, pour machines à voyageurs pour des vitesses grandes ou petites :

1° Abaissement du corps de la chaudière de 0m400 ;

2° Stabilité des plus complètes, résultant de ce que les essieux chargés sont placés aux extrémités de la machine, celui des roues motrices étant à l'arrière de la boîte à feu ;

3° Les fusées des essieux et le mécanisme entier de la machine se trouvent placés à l'extérieur, ce qui permet d'augmenter notablement toutes les surfaces de frottement, qui sont, en outre, on ne peut plus accessibles aux soins du conducteur ;

4° La fréquence du mouvement des pièces de ce mécanisme est diminuée, en raison de ce que le diamètre donné aux roues motrices est le plus grand qu'on ait adopté en France pour les locomotives à voyageurs ;

5° Les bielles des roues motrices ont une longueur beaucoup plus grande que celle que l'on peut obtenir dans les autres systèmes de locomotives ; il en résulte que la décomposition de force sur les glissières guidant la tige du piston, est beaucoup amoindrie, ainsi que l'augmentation et la diminution d'adhérence qui s'opère aux deux angles, maximum formé par la bielle avec l'horizontale, dans les deux positions de la manivelle.

Il existe encore dans cette machine quelques autres différences avec les autres systèmes, bonnes à signaler.

La boîte à fumée est dans le prolongement du corps cylindrique de la chaudière, ainsi que la partie de la boîte à feu extérieure qui est concentrique au corps de cette chaudière. De cet arrangement résulte la meilleure condition possible de résistance dans l'assemblage du corps cylindrique avec la boîte à feu. Le dôme de prise de vapeur, qui existe dans les machines de Sharp et de Stephenson, est entièrement supprimé. On sait que dans ces machines il est d'un poids énorme.

Dans la machine Crampton, la prise de vapeur a lieu à la partie supérieure du corps cylindrique de la chaudière, au moyen d'une boîte à tiroir qui communique avec un tuyau longitudinal placé le plus près possible du sommet de cette chaudière. Sur toute la longueur de ce tuyau, et en dessus, sont pratiquées des ouvertures variables de largeur, en raison de la plus ou moins grande quantité de vapeur produite aux différents points de la chaudière, autant qu'on a pu le déterminer ; de cette manière il ne s'opère pas de succion de vapeur en un seul point ; elle est dégagée là où elle se forme. L'expérience a prouvé qu'avec cette disposition, le régulateur étant peu ou entièrement ouvert, la machine ne crache pas ; le niveau de l'eau ne varie dans le tube indicateur que de quelques millimètres, tandis que dans les autres machines du Nord, il varie de 3 à 6 centimètres, ce qui démontre que, dans la machine Crampton, l'eau ne se trouve pas déplacée.

Le déplacement d'eau qui a lieu dans les autres machines se produit toujours vers la prise de vapeur ; il y a rétrécissement pour son passage. On est obligé de prendre la vapeur assez au-dessus du corps cylindrique de la chaudière pour l'obtenir le plus purgée d'eau possible ; de là, la nécessité du dôme qu'on évite par la disposition que nous venons d'indiquer.

Le régulateur est, dans les machines ordinaires, inaccessible aux réparations ; dans celle-ci, au contraire, on est à l'aise pour le visiter et le démonter.

La surface de chauffe de ces machines est telle, qu'il est démontré par l'expérience qu'on n'a jamais besoin d'employer l'échappement. On obtient, sans son concours, le maximum de vapeur nécessaire. On comprend l'avantage de cette condition qui rend la contre-pression sur les pistons aussi faible que possible.

Voici, du reste, les résultats recueillis sur les machines en marche sur le chemin du Nord, rapprochés de ceux des autres machines du même chemin.

La machine Crampton traînant 8 à 10 voitures, à la vitesse de 80 à 90 kilomètres à l'heure, brûle 7 kilogrammes de coke par kilomètre parcouru.

Les autres machines, en moyenne, pour une même charge, mais avec une vitesse de 55 à 60 kilomètres, brûlent 8 kilogrammes de coke.

Nous n'ajouterons pas à ces avantages celui qui résulte, dans ces machines, de l'emploi de roues entièrement en fer forgé, roues qui sont à la fois plus solides et plus légères, ces roues pouvant être appliquées indistinctement à tout système de machines. Cependant, nous croyons qu'il n'est pas hors de propos de parler des avantages qu'elles présentent sur les autres.

Les roues Stephenson sont aujourd'hui en partie abandonnées à cause de deux inconvénients qu'elles présentent. Par suite de la déformation des rayons composés de fers à T, le bandage se lâche vers la moitié de son usure; en outre, les bras s'ébranlent dans le moyeu en fonte, au bout d'un certain temps de service, et dans cet état, ces roues ne sont plus bonnes qu'à être brisées.

Les roues à jantes et bras forgés, avec moyeu en fonte, ont le second des inconvénients signalés, mais sont exemptes du premier.

Les roues entièrement en fer forgé n'ont aucune de ces imperfections; elles sont inaltérables et possèdent, en outre, l'avantage d'être plus légères. On peut, en les employant, arriver sans inconvénient à des diamètres dépassant 2 mètres.

Une de ces roues, qui figurait brute de forge à la dernière Exposition, a donné lieu à tant de discussions sur le mode de soudage employé pour sa fabrication, que nous croyons intéresser nos lecteurs en entrant à ce sujet dans quelques détails.

On forge d'abord séparément chacun des rayons avec la portion de moyeu et de jante qui lui correspond, en préparant les amorces de la jante. Les rayons ainsi apprêtés sont assemblés dans un cercle résistant et placés dans une forge circulaire spécialement disposée pour cet usage. On chauffe le moyeu à la température nécessaire pour souder, puis on étend le feu jusqu'aux rayons, et la dilatation de ces rayons ne pouvant se faire à l'extérieur, puisqu'ils sont retenus par le cercle qui les assemble, les force à se souder au centre en s'allongeant vers cette partie.

Aussitôt que cette soudure est opérée, on retire la roue du feu, et l'on soude à plat une rondelle, de chaque côté du moyeu. Le centre terminé, on soude la jante avec des coins, à la manière ordinaire.

Lorsqu'il s'agit de roues motrices à moyeu-manivelle, on forge la manivelle avec les rayons et les portions de jantes qui lui correspondent, et on l'assemble dans le cercle comme si c'était un seul rayon. — Tout le reste du travail se fait comme nous l'avons décrit plus haut.

Il est nécessaire, lorsque la roue est finie, de la recuire en la chauffant d'une manière égale et en la faisant refroidir lentement, afin de détruire toutes les tensions résultant des chauffages partiels successifs. »

TISSAGE.

RÉGULATEUR DE MÉTIERS A TISSER

BASÉ SUR LE MOUVEMENT DIFFÉRENTIEL.

Par M. VICTOR LAURENT,

INGÉNIEUR MANUFACTURIER A PLANCHER-LES-MINES (HAUTE-SAÔNE).

(PLANCHE 23.)



Les Ier et Ve volumes de cette *Publication* contiennent la description d'un métier à tisser, et de quelques appareils accessoires servant à cette fabrication, tels que : machine à cannettes, lisage et perçage mécanique des cartons, etc. Comme l'industrie du tissage s'améliore et se perfectionne tous les jours, nous espérons être agréable à nos lecteurs en publiant le nouveau régulateur de métier à tisser imaginé par M. Laurent, manufacturier à Plancher-les-Mines, et exposé en 1849, sous le n° 1702.

Tous les métiers à tisser font reposer leur mode d'action sur les principaux organes suivants : en un cylindre dont l'axe est horizontal, et sur lequel est enroulée la *chaîne;* ce cylindre est appelé *ensouple de chaîne.* C'est dans les fils de cette chaîne, qui se croisent alternativement par un mécanisme que l'on peut étudier (pl. 35 et 36, tom. Ier), que l'on entrelace des fils perpendiculaires appelés *trame.* Ainsi, on ouvre la chaîne, on lance la *navette* qui déroule un fil de trame; le *battant*, qui porte le *peigne* dans lequel passe la chaîne, vient serrer ce fil de trame contre celui qui le précède. Avec une même chaîne et une même trame, on peut faire une toile forte ou légère, selon qu'on comprime plus ou moins la trame au moyen du peigne.

Dans le commerce, on classe la toile d'après le nombre de fils de trame qu'elle contient dans l'unité de longueur de chaîne; ainsi, une toile de 20 fils est celle qui contient 20 fils de trame par longueur d'un quart de pouce

ou de $7^{mill.}$ de chaîne. Un tissu est d'autant mieux apprécié qu'il varie moins dans le nombre adopté.

Pour atteindre ce but, voici les procédés en usage aujourd'hui : l'ensouple de chaîne porte à son extrémité une poulie en bois sur laquelle passe une corde dont une extrémité est attachée au bâtis du métier ; l'autre extrémité porte un poids variable à volonté. Cette corde n'est autre chose qu'un frein qui s'oppose plus ou moins au déroulement de la chaîne, et dont le poids, chargé par tâtonnement, équilibre le déroulement de la chaîne dans un certain rapport (1/20e de quart de pouce, ou 1/3 de millim. par exemple), toutes les fois que le battant comprime la trame. Au fur et à mesure que la chaîne se déroule, la toile vient s'enrouler sur une ensouple mise en mouvement par un rochet dont le principe d'action peut être représenté par un poids sollicitant constamment l'ensouple.

Ce simple aperçu suffit pour reconnaître tout ce qu'il y a de vicieux dans le métier à tisser tel qu'il existe aujourd'hui, et dont les inconvénients principaux sont :

L'intensité de la friction exercée sur l'ensouple peut être modifiée subitement : 1° par l'hygrométrie de l'atmosphère ; 2° par les aspérités des surfaces en contact. Son effet varie également lorsque le diamètre de l'ensouple décroît par suite du déroulement de la chaîne. L'attention du tisserand et des contre-maîtres qui le surveillent doit donc être portée constamment à combattre ces inconvénients qui sont majeurs, et à diminuer le poids de la friction à mesure que le diamètre de l'ensouple décroît. Tout le tissage est là ; la réputation des fabricants dépend de cette lutte continuelle.

A ces divers obstacles vient encore se joindre la supercherie de l'ouvrier, qui, étant payé au mètre courant, est intéressé à faire ses toiles légères.

Mais, quelle que soit la vigilance du fabricant, il doit se résigner à une irrégularité inévitable, souvent de plusieurs fils par centimètre, laquelle compromet singulièrement la quantité de ses produits, et l'empêche d'établir à l'avance un prix de revient assuré.

On a tenté bien des moyens pour remédier à l'imperfection du métier à tisser ; un seul a survécu, quoiqu'il soit encore bien éloigné du but.

Ce procédé consiste à comprimer la toile entre des laminoirs qui, étant mus par un mouvement uniforme, font dérouler à chaque coup de battant une quantité de chaîne constante. Ce moyen réussit assez bien pour les toiles très-légères, à cette condition toutefois que, pour conserver à la chaîne une tension constante, on diminuera le poids de la friction à mesure que le diamètre de l'ensouple de chaîne décroîtra. Aussitôt qu'on tisse une toile assez légère pour que les fils de trame soient comprimés, les laminoirs ne peuvent plus fonctionner. En voici la cause :

Supposons qu'on veuille faire une toile de 25 fils au centimètre ; on réglera alors le mouvement du laminoir de manière qu'à chaque coup de battant il tire un vingt-cinquième de centimètre. Le laminoir agit, le bat-

tant comprime le fil de trame, et, quoi qu'on fasse, il laisse toujours céder la friction d'une certaine quantité x.

Il advient donc qu'au premier coup de battant, la quantité de chaîne déroulée est égale à $1/25^e + x$; au second coup, à $1/25^e + 2x$; au troisième coup, à $1/25^e + 3x$, etc. Il résulte donc de là que la toile ne tarde pas à se détendre, et que la régularité est rompue.

Le procédé de M. Victor Laurent est le suivant : il supprime la friction de l'ensouple de chaîne, et adapte, au premier métier venu, un petit appareil qui n'est autre chose qu'un *mouvement différentiel* permettant à l'ensouple de chaîne de dérouler une quantité constante, quel que soit son décroissement de diamètre ou son excentricité.

Pour atteindre ce but, il applique un engrenage à l'extrémité de cette ensouple, et l'engrenage est commandé par une vis sans fin, laquelle est mise en mouvement par un rochet d'un nombre de dents indéfini. L'amplitude du mouvement, réglée une fois pour toutes au commencement de la chaîne, doit croître dans un rapport exact avec le décroissement du diamètre de l'ensouple, et cela, quelles que soient la grosseur du fil de la chaîne, et l'énergie avec laquelle elle est enroulée. Pour résoudre ce problème, il faut repasser un levier sur l'ensouple de chaîne au point même où le déroulement s'opère.

Ce levier s'abaisse selon que le diamètre diminue, et il entraîne avec lui une courbe hyperbolique qui règle d'une manière parfaitement exacte l'amplitude du mouvement du rochet. C'est l'emploi de cette courbe liée à ce levier reposant sur l'ensouple, qui constitue le caractère distinctif de son invention. Peut-être, quoi qu'on fasse, on n'atteindra jamais à un résultat complet, si on reste en dehors de ce principe, avec la condition expresse d'avoir un régulateur donnant régulièrement les toiles les plus fortes comme les plus légères, et en quelque sorte sans surveillance.

Voici pourquoi. Il est évident que pour dérouler une quantité de chaîne constante, quoique le diamètre du cylindre décroisse ou augmente, on ne peut songer à employer que deux moyens : le mouvement uniforme, c'est-à-dire le laminoir, et le mouvement différentiel.

On a essayé également d'adapter le laminoir devant l'ensouple de chaîne. Chaque cylindre consiste en un arbre en fonte revêtu de bois et recouvert de drap. La chaîne est étreinte sur toute sa largeur par ces laminoirs énergiquement serrés. Les inconvénients sont : 1° prix de revient très-élevé ; 2° usure rapide du drap ; 3° glissement pour toiles fortes ; 4° grande difficulté de rattacher les fils de chaîne rompus.

Il ne reste donc plus que le mouvement différentiel appliqué à l'ensouple de chaîne. Quant à lui, il est évident qu'on ne peut pas dire *à priori:* le noyau de l'ensouple ayant tel diamètre, l'épaisseur de la chaîne étant comme le rayon de cette ensouple décroîtra à chaque révolution d'une quantité donnée. On ne peut pas le dire, parce que la chaîne est plus ou moins longue, plus ou moins grosse, plus ou moins serrée,

plus ou moins encollée, et enroulée presque toujours excentriquement.

Il faut donc que le mouvement de l'ensouple soit soumis à l'action d'un organe entièrement lié aux variations du diamètre quelles qu'elles soient. Cet organe est le levier de M. Laurent, reposant sur l'ensouple.

L'agent intermédiaire entre le rochet et l'engrenage faisant mouvoir l'ensouple et le levier, doit nécessairement agir suivant la loi du décroissement du diamètre de l'ensouple à chaque révolution; cette loi est immuable, une seule ligne la représente, et c'est une courbe. Cette courbe est une hyperbole.

Ajoutons que le régulateur de M. Laurent se complète par un petit mécanisme qui peut s'adapter à l'ensouple de toile, afin de maintenir constante la tension de la chaîne. Ce mécanisme peut être supprimé sans inconvénient.

Quant aux résultats que M. Laurent obtient, ils donnent une régularité absolue, à une fraction de fil si on le désire, sans ennui et sans aucune surveillance.

Le constructeur peut vendre chaque appareil pour une somme de 50 francs.

Ajoutons encore que la régularité que l'on obtient change tout à fait l'apparence du tissu, et produit, sur les métiers ordinaires, une économie sur la matière première variant de 2 à 7 p. 100, suivant la force des toiles.

Ainsi les avantages résultant de l'application de ce régulateur sont :

1° Prix de revient assuré pour le fabricant, condition d'autant plus importante aujourd'hui que l'état actuel de l'industrie ne comporte qu'une légère différence entre le prix de vente et le prix de revient;

2° Économie sur la matière première, qui, dans un certain temps, couvre le prix d'achat de l'appareil.

3° Vente facile des produits par suite de la régularité parfaite que l'on donne aux tissus;

4° Économie dans les frais de fabrication, parce que tel personnel qui surveille aujourd'hui 100 métiers, pourra en surveiller le double s'ils sont pourvus de régulateurs;

5° Bénéfice des consommateurs; voici pourquoi : lorsqu'un acheteur se procure une toile classée comme ayant 30 fils au centimètre, par exemple, ce nombre de duites n'est jamais exact dans toutes les parties de la toile; ainsi on peut dire que ce nombre est une moyenne entre 27 et 33. Dès lors l'acheteur paie comme ayant une résistance de 30 fils une toile qui dans bien des parties n'en a que 27, et souvent même 25. Il n'en est pas de même pour les toiles tissées avec le régulateur de M. Laurent, parce qu'elles portent un nombre de duites constant dans toutes les parties de la pièce.

Au tisserand habitué au métier ordinaire et n'ayant pas vu fonctionner le régulateur, il semble au premier abord que les fils de la chaîne doivent être plus fatigués par suite de l'application de l'engrenage à l'ensouple. C'est une erreur que l'expérience démontre d'une manière irrécusable.

L'ensouple n'est jamais complétement rigide, et l'élasticité de la chaîne dans les lisses est grandement suffisante.

Il ressort donc de là que cet appareil, tout en paraissant peu important au premier coup d'œil, est appelé à rendre des services réels à l'une des branches les plus considérables de notre industrie des tissus.

DESCRIPTION DU RÉGULATEUR,

REPRÉSENTÉ FIG. 1 A 10, PL. 23.

Nous avons exposé le principe du régulateur de M. Laurent, nous allons maintenant examiner en détail toutes ses parties constitutives.

La fig. 1 représente l'élévation d'un fragment de métier mécanique quelconque à tisser, auquel se trouve adapté le régulateur.

La fig. 2 est le plan de ce même fragment.

La fig. 3 est une vue de face du régulateur proprement dit, tout monté et prêt à fonctionner.

Les fig. 4 et 5 en représentent les projections horizontale et latérale.

Et les fig. 6 à 8 les détails principaux.

Le métier à tisser qui reçoit l'application d'un tel régulateur ne subit aucun changement dans sa construction ; il supprime le frein qui retient d'ordinaire l'ensouple de chaîne et le remplace, à l'extrémité de cet ensouple, par un engrenage *a* commandé par une vis sans fin *b*. Cet engrenage est monté sur un canon incrusté, de manière à être embrassé par un collier E monté au bâtis F, et la vis qui le commande peut tourner dans un support F′ fixé au bâtis, tout en restant maintenue à sa partie inférieure par un écrou *e* qui l'empêche de se soulever. Sa tige supérieure est surmontée d'un moulinet *f* à plusieurs branches, sur lequel l'ouvrier peut agir au besoin comme sur un volant ou manivelle, tandis que sa partie inférieure reçoit une petite poulie creuse *g* qui y est assujétie au moyen d'une vis de pression. Un levier *h*, se réunissant à brisure en *i* avec le bras dont la douille tourne librement autour de la vis *b*, porte deux saillies dans lesquelles entre le rebord de la poulie, et au moyen desquelles il l'entraîne à la manière d'un rochet lorsqu'on pousse ce levier en appuyant sur son extrémité. Un autre levier horizontal *l*, tournant librement sur la tige de vis *b*, porte une saillie *l*, qui vient appuyer sur l'extrémité du levier *h*, et l'entraîne dans son mouvement lorsqu'il le rencontre.

Le mouvement se transmet des poulies de commande *q* et *q′* aux différentes pièces que nous venons d'examiner, par une petite manivelle *n* et une bielle *m* ; mais comme l'extrémité du levier *l* décrit dans son mouvement un arc de cercle, on a relié ces trois pièces par un tourillon *o* et une charnière *p*, afin de rendre libres tous leurs mouvements.

Examinons maintenant le mouvement de ces différentes pièces. Lorsque, dans la rotation de la manivelle *n* et par l'intermédiaire de la bielle *m*, le levier rotatif *l* vient rencontrer l'extrémité du bras articulé *h*, celui-ci,

isant charnière au point i, s'incline, serre la poulie g et l'entraîne avec ii. Dans le mouvement en arrière du levier l, le même bras h sollicité par n ressort r, se resserre, lâche la poulie g, et l'une de ses saillies venant ppuyer sur la branche à douille j, l'entraîne également avec la seconde ranche j' assemblée avec elle en retour d'équerre, et constituant un seul : même croisillon rotatif autour de la tige b. Cet entraînement a lieu jusqu'à ce que la vis t repose sur la courbe u. On comprend que l'amplitude u mouvement du levier l est constante, mais il n'en est pas de même du vier articulé h, j, j', dont le mouvement dépend de l'intervalle plus ou ioins grand qui existe lorsqu'il est en repos, et la saillie l' lorsque la bielle est ramenée à l'extrémité de sa course. Cet intervalle dépend, d'une art, de la quantité dont on laisse dépasser la vis d'arrêt t, et, d'autre art, du point plus ou moins élevé de la courbe u, sur laquelle elle vient poser. Toutefois on règle la limite extrême de la course du levier h, j, j' ir une vis butante k, qui traverse une oreille l^{2} du bâtis. On règle cette s de telle sorte que le levier j' vient le toucher lorsqu'il est à l'extrémité e sa course; il en résulte que, malgré sa vitesse acquise, le levier ne peut épasser cette limite.

Autour de l'axe inférieur x tourne un levier v qui, par sa partie supéeure, est relié au bras articulé h par le moyen d'une attache mécanique 1 d'une chaînette; le ressort r, monté sur le même arbre, agit donc consmment sur lui. D'un autre côté repose sur l'ensouple de chaîne, vers le oint le plus voisin où le déroulement s'opère, une palette y pouvant tourer librement sur l'axe d'un support z; cette palette porte en dessous, et iivant un certain angle, une branche y' qui la relie à une pièce B au oyen de la bielle C. Cette pièce B peut tourner librement sur l'axe d'un ipport appartenant au bâtis, et c'est à son extrémité que se fixe sur des s la courbe u, destinée à augmenter, dans un rapport voulu, le mouveient que l'engrenage a de l'ensouple imprime à la vis b, quel que soit le écroissement du diamètre de l'ensouple de chaîne. La courbe u se change ailleurs, suivant la force que l'on veut donner au tissu, en serrant ou esserrant les vis qui la maintiennent, et sa déclivité est d'autant plus ipide que la toile est plus légère. Sa forme s'obtient également par le calil ou la pratique.

Afin que la vis d'arrêt t, qui à chaque coup du battant, vient reposer sur ı courbe u, ne puisse l'endommager, on termine cette vis par une petite ièce à charnière qui doit toujours être dirigée suivant une génératrice de ı courbe. La vis t entre librement dans une partie de la branche j' : deux crous la maintiennent et servent à la régler.

Le mécanisme du régulateur est complété par un frein appuyant sous a poulie g, et ayant pour fonction de l'empêcher de dépasser la position ue lui donne le levier articulé h, à chaque coup de battant du métier. Ce rein se compose d'une tige en fer entrant librement dans deux supports ; l porte à sa partie supérieure une cavité évasée dans laquelle est enchâssé

un tampon en bois, lequel est directement en contact avec la poulie; un ressort à hélice *d'*, exerce la pression que l'on règle convenablement au moyen de deux écrous.

Si le métier marche quelques instants sans trame, l'ouvrier peut ramener la chaîne dans sa véritable position, en détournant la vis *b* sur laquelle il peut agir facilement au moyen du plateau *f*, mais pour le soustraire à une trop grande surveillance, on emploie le *casse-trame* ordinaire, généralement en usage aujourd'hui dans l'industrie du tissage.

Pour éviter que le mouvement du battant ne fasse dérouler la chaîne lorsque le métier est débrayé, on emploie le mécanisme suivant :

A la fourchette de débrayage G, se relie par la tringle H, une tige en bois I. Un levier J pouvant pivoter autour de l'axe K, fixé au bras articulé *h*, reçoit l'extrémité de cette tige en bois. Or, dans la position indiquée fig. 6, la pièce I, retenant le bras du levier J, soulève le bras J' qui lui est opposé et le maintient ainsi suspendu; mais si le métier à tisser se débraye, la tige I occupera la position indiquée fig. 1 et 6; dès lors le bras J' qui est plus lourd que l'autre J, basculera et son crochet extrême *i'*, qui avant le mouvement passait au-dessus du bras *j*, appartenant au levier articulé *h*, viendra tomber derrière la nervure de ce bras *j*.

Il résulte de ces deux positions différentes le double effet suivant : Dans le premier cas, lorsque le levier J' est soulevé, le levier *h j j'* est articulé, tandis que dans le second cas, ce même levier devient rigide et ne fait plus charnière au point *i*; par suite, le levier *h* ne peut plus saisir la poulie et l'entraîner dans son mouvement. Mais si on engrène le métier, la tige I reprend sa position primitive (fig. 1), et le crochet *i*, de la branche J', se lève au-dessus de la branche *j* pour rendre libre le levier *h j j'* qui redevient articulé.

Une bride L, fixée sur le bras du levier J, limite la course latérale de la tige I, comme un crochet M, fixé au levier *h*, limite l'abaissement du bras J. Une petite lame de tôle est rapportée sous la tige en bois I, à l'endroit de son contact avec le levier J, pour éviter l'usure.

Les fig. 7 et 8 représentent le détail de la courbe *u*, son agencement avec la palette *y* et le tracé des pièces adhérentes. Elles complètent l'indication du régulateur proprement dit. Nous allons examiner maintenant comment il faut régler l'appareil pour donner à l'ensouple un mouvement qui produise un tissu régulier dans toutes les parties de la pièce.

On donne au commencement le nombre de fils que l'on désire en réglant ou variant en conséquence la longueur de la manivelle motrice *n*, par le déplacement de son point de réunion avec la bielle *m*. Cette variation de longueur de la manivelle règle l'amplitude du mouvement de la pièce *l*. On fixe également d'une manière convenable les positions relatives de la courbe différentielle *u*, avec la palette *y* et la vis d'arrêt *t*. On règle cette vis de manière à obtenir le nombre de fils que l'on veut donner au tissu, et cela fait, le système marche avec une continuité et en

quelque sorte sans aucune surveillance par la commande même du métier.

M. Laurent emploie aussi une disposition nouvelle de régulateur et qui a principalement pour but d'en simplifier la construction. Toutes les parties déjà décrites sont conservées, mais avec cette différence que la courbe *u* n'occupe plus la même position et que la partie du bâtis destinée à la supporter a été occupée dans le voisinage de la vis *b*. Sur le support *f*, vient se fixer une branche *i* qui porte le point de rotation de la palette *y*. Celle-ci repose de son propre poids sur l'ensouple, et sur elle est vissée directement la courbe différentielle *u*. Cette courbe se change toujours suivant la force du tissu, mais elle diffère de celle décrite précédemment, en ce qu'au lieu d'être une surface, elle n'est plus qu'une ligne. Le tracé de l'une et de l'autre reste le même.

Le mouvement différentiel est obtenu en faisant varier par le seul mouvement de la palette, la position du levier *h j'*, lorsqu'il est en repos. Pour atteindre ce but avec la nouvelle position qu'on donne à la courbe, on se sert d'une pièce intermédiaire qui porte une douille dans laquelle la vis tourne librement; cette pièce se bifurque et une des branches vient s'appuyer sur la courbe *u*, tandis que l'autre porte un œil qui est armé d'une vis d'arrêt, contre laquelle vient reposer le levier d'un rochet. L'extrémité du levier *j'* est munie d'un boulon en acier, dont la tête trempée protége l'extrémité de la branche supérieure, et l'empêche de s'endommager lorsqu'elle vient toucher la vis d'arrêt. On voit donc que si le diamètre de l'ensouple décroît, la courbe s'abaisse, l'arrêt recule et la courbe du rochet augmente suivant la loi de la courbe. L'accroissement de vitesse est alors d'autant plus grand que la palette s'approche davantage du noyau de l'ensouple.

Mais la courbe dont nous venons de parler n'est pas le seul organe qui permette d'obtenir ce résultat. Nous allons décrire succinctement plusieurs mécanismes qu'on peut y substituer au besoin.

Le premier est combiné pour que la partie de la palette *y* qui repose sur l'ensouple soit terminée par une courbe ayant pour effet d'empêcher que la vitesse angulaire de la palette ne décroisse en s'approchant du diamètre de l'ensouple. Plus loin, elle se termine par une portion d'arc de cercle décrit du centre de rotation. Sur cet arc est fixée l'extrémité d'une chaînette ou corde à laquelle est suspendu un boulet. Celui-ci vient s'engager entre deux branches faisant charnière entre elles à la manière d'un compas. L'une d'elles est fixée sur le prolongement du bâtis du régulateur et fait corps avec lui. L'une des branches entre librement dans un œil rectangulaire porté latéralement par le poids en question, et, lui servant de guide, elle l'empêche de dévier dans son mouvement. Lors donc que le diamètre de l'ensouple décroît, le poids descend, et ouvrant l'angle, il fait avancer la seconde branche contre laquelle vient reposer le levier du rochet dont nous venons de parler.

On peut encore substituer à la courbe un mécanisme qui consisterait à

placer à l'extrémité d'une corde un levier faisant charnière à un point donné d'un support fixé au bâtis du régulateur prolongé suffisamment. A ce point se relierait une bielle pouvant faire mouvoir un piston. Si la palette s'abaisse, le levier suit son mouvement par l'effet de son propre poids, et la manivelle décrivant un arc de cercle, fera avancer le piston contre lequel vient reposer le levier du rochet. Il suffira de déterminer convenablement la longueur de la position des leviers pour que le même point, en décrivant un arc de cercle, règle le mouvement du rochet de manière à faire produire à l'ensouple un déroulement régulier.

Enfin M. Laurent a proposé un dernier mécanisme, qui produirait encore le même effet, et consisterait à faire agir l'abaissement de la palette, non plus sur une manivelle, mais sur un levier articulé. Lorsque cette palette s'abaisserait, le genou ferait avancer le piston. On réglerait convenablement ce mécanisme, de manière qu'il fasse produire avec régularité un tissu d'une force déterminée en augmentant ou en diminuant, la longueur des articulations qui le composent.

Nous ferons remarquer que la courbe différentielle devra être calculée de manière à remédier au décroissement de l'ensouple, quoique la palette ne parcourt pas toujours des arcs égaux pour un décroissement régulier du diamètre de ce cylindre. On pourrait séparer ces deux effets en recourbant la palette. Si on ne voulait pas employer cette disposition, les organes différentiels autres que la courbe feraient produire difficilement un déroulement régulier si on les liait directement à la palette droite.

Cependant, dans ces derniers mécanismes, on pourrait facilement déterminer la longueur et la position du levier y, de manière à compenser les différences de vitesse de la palette. On comprend en effet que si la distance de la palette, au point où elle est tangente à l'ensouple, augmente par suite du décroissement de ce cylindre, le levier diminue à son tour, parce que, en décrivant son arc de cercle, le point d'attache de la corde se rapproche de plus en plus de la verticale qui passerait par le centre.

Le levier compensateur deviendrait inutile si l'on remplaçait la palette droite par un plateau s'appuyant contre l'ensouple et marchant constamment dans la direction d'un même rayon, et si on liait au mouvement de ce plateau un mouvement différentiel. La palette ou le plateau pourrait être remplacé par une simple corde reposant sur une partie de la circonférence de l'ensouple, et dont une extrémité serait liée à un point fixe, tandis que l'autre entraînerait dans son mouvement un agent différentiel, lorsque le diamètre de l'ensouple décroîtrait.

On pourrait encore employer comme agents différentiels deux cônes renversés ; l'un d'eux recevant le mouvement du métier, le transmettrait à l'ensouple par l'intermédiaire de l'autre cône, et au moyen d'une courroie qui se déplacerait par l'action de la palette. Mais pour opérer un déroulement régulier, il faudrait qu'on fît usage de la courbe différentielle, en l'appliquant soit à la palette, soit au levier destiné à déplacer la courroie,

ait enfin en l'employant comme génératrice d'un des cônes. On pourrait ncore, au lieu de la courbe, faire intervenir un des mécanismes différenels décrits plus haut.

DESCRIPTION DU MÉCANISME FAISANT ENROULER LA TOILE AVEC UNE TENSION RÉGULIÈRE.

Une partie du métier à tisser que nous n'avons pu représenter sur notre anche, reçoit le mécanisme qui fait enrouler la toile au fur et à mesure u'elle se tisse. Comme il diffère de celui en usage par diverses modificaons dans les parties constitutives, nous allons en donner une idée. Jus'à ce jour, le poids qui agit sur la roue à rochet a été retenu par une vis pression au levier sur lequel il est adapté. Lorsque le diamètre de l'enuple s'est accru d'une certaine quantité, l'ouvrier fixe ce poids dans une tre position, de manière à augmenter l'énergie avec laquelle il agit sur roue à rochet. C'est ce déplacement manuel que le mécanisme en queson opère d'une manière régulière et continue.

Le poids peut glisser librement, il est tenu par une bielle faisant charère avec le levier. Celui-ci est fixé à l'extrémité d'un arbre qui passe sous poitrinière du métier et qui peut tourner dans un support fixé en desus de cette dernière en traversant le bâtis du métier pour recevoir une èce de poussée. Sur cet arbre et dans l'intérieur du métier même, t fixée une pièce à deux branches, dont l'une est munie d'un galet, leuel repose sur l'ensouple de toile par l'effet de la seconde branche rendue esante par le poids qu'elle porte à son extrémité.

Si donc le diamètre de l'ensouple augmente, la première branche décrit n arc de cercle, l'arbre tourne et entraîne avec lui la pièce qui pousse le oids en avant au moyen de la bielle. Il suffit de régler convenablement la osition et la longueur de la bielle et du levier pour que l'augmentation du ras sur lequel agit ce poids, corresponde avec l'augmentation du diamètre e l'ensouple de toile.

Comme le métier à tisser dont nous avons indiqué un fragment, fig. 1 t 2, ne présente dans sa construction rien de particulier, nous lui avons ffecté les mêmes lettres qu'au métier décrit dans notre premier volume.

Le tissage prend de nos jours une telle extension, et les appareils serant à cette industrie sont tellement étudiés, qu'on ne compte pas moins e trois cents brevets demandés depuis la nouvelle loi de 1844 pour des erfectionnements, modifications ou dispositions diverses apportées au ssage en général.

MACHINES A VAPEUR

A DEUX CYLINDRES,

A MOYENNE PRESSION AVEC DÉTENTE ET CONDENSATION

PAR

M. MOULFARINE, Mécanicien à Paris.

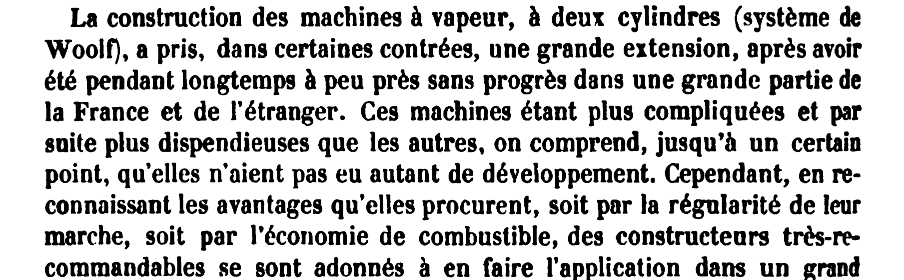
M. NILLUS, Constructeur au Havre.

MM. LEGAVRIAN et FARINAUX, Mécaniciens à Lille.

MM. MAZELINE, frères, Constructeurs à Graville.

M. ALEXANDER, Mécanicien anglais, etc., etc.

(PLANCHES 24, 25, 26 ET 27.)



La construction des machines à vapeur, à deux cylindres (système de Woolf), a pris, dans certaines contrées, une grande extension, après avoir été pendant longtemps à peu près sans progrès dans une grande partie de la France et de l'étranger. Ces machines étant plus compliquées et par suite plus dispendieuses que les autres, on comprend, jusqu'à un certain point, qu'elles n'aient pas eu autant de développement. Cependant, en reconnaissant les avantages qu'elles procurent, soit par la régularité de leur marche, soit par l'économie de combustible, des constructeurs très-recommandables se sont adonnés à en faire l'application dans un grand nombre d'industries, en cherchant à en modifier ou à en simplifier la construction.

On ne peut contester aujourd'hui les progrès réels et constants qui ont été faits depuis une douzaine d'années dans les machines à vapeur en général; non-seulement elles sont beaucoup mieux exécutées, mieux proportionnées dans toutes leurs parties, mais elles consomment beaucoup moins de charbon, elles sont plus légères à égalité de force motrice, tout en présentant la même solidité, et elles reviennent à des prix bien moins élevés. L'application de la détente, bien étudiée, bien entendue, a grandement coopéré à ces améliorations.

.orsque Woolf proposa son système de machine à deux cylindres, on inaissait peu les effets de l'expansion de la vapeur, quoique cependant élèbre Watt en ait prévu l'application. Mais quand on eut compris que apeur qui avait produit la première action dans le petit cylindre, était ore capable, en se détendant, de faire marcher le piston du grand cylre, et d'ajouter ainsi considérablement à la force de la machine, on rcha alors à produire le même effet dans un seul cylindre, en in-'ompant l'introduction de la vapeur, avant que le piston n'arrive à trémité de sa course.

l en est résulté que l'on s'est plus occupé naturellement des machines à seul cylindre, comme paraissant plus simples, que de celles à deux ndres. Cependant, il faut le dire, on n'est pas généralement d'accord la préférence à donner à l'un ou à l'autre système; tantôt on objecte : si le premier est plus économique de construction, toutes choses égad'ailleurs, il ne permet pas d'obtenir un mouvement aussi régulier, à ins que de donner au volant une puissance exagérée, surtout lorsqu'on t marcher à de grandes détentes; tantôt on trouve le second système s compliqué, plus dispendieux, mais aussi plus avantageux sous d'autres ports, en n'exigeant qu'un volant très-faible, comparativement, pour égularité de mouvement qu'on peut désirer, et en permettant de marr à des degrés d'expansion très-élevés.

les machines à deux cylindres bien exécutées, avec de bons matériaux, assises solidement, ont démontré qu'elles pouvaient durer fort longips sans exiger de réparations, en marchant constamment avec la même ularité. C'est à tel point qu'en Alsace, on cite de ces machines qui ctionnent sans cesse en comparaison avec des horloges et qu'elles peut, à l'aide de compteurs, indiquer les heures par le nombre de coups de on; condition très-intéressante, si, comme nous l'avons dit, on juge raison du travail fait, c'est-à-dire en mettant en rapport le temps et la sse des organes.

.a plus grande partie des machines à deux cylindres sont à balancier, c colonnes ou avec châssis en fonte pour supporter l'axe de celui-ci. On ivi à cet égard les modèles de Watt et de Woolf, à l'exception de cerles modifications apportées dans les détails de construction. Ce système, est évidemment le plus répandu, n'est cependant pas le plus économi-:, en ce qu'il demande, pour être bien assis, des fondations profondes souvent coûteuses, à cause de la grande hauteur qu'il occupe au-dessus sol, surtout lorsque la puissance de la machine est considérable, qu'elle asse, par exemple, 18 à 20 chevaux; le parallélogramme est lui-même i-compliqué, très-difficile, et veut qu'on apporte aussi beaucoup de a dans l'exécution. Mais disons, du reste, que plusieurs de nos conicteurs se sont réellement distingués dans ce genre, en établissant des pareils qui sont très-remarquables et qui ne laissent véritablement rien ésirer. Aussi nous avons cru nécessaire d'en faire connaître les diverses

constructions, en publiant sur les machines à deux cylindres une description étendue.

Nous devrions citer parmi ces machines plusieurs de celles construites par diverses maisons connues, telles que MM. A. Kœchlin et Cᵉ, à Mulhouse; MM. Hall, Powel et Scott, à Rouen; M. Farcot, à Paris; M. Boyer, à Lille; M. Parpaite, à Sedan, etc.; mais nous avons été à même de relever avec détails et de donner pour exemples, dans notre Recueil, la machine double montée à l'hôtel des Monnaies de Paris, par M. Moulfarine, mécanicien modeste et consciencieux, qui s'est acquis dans ce genre une réputation bien méritée, et la belle machine exécutée par M. Nillus au Havre, qui a aussi donné la préférence au système à deux cylindres, et dont nous avons déjà eu l'occasion de faire connaître les résultats, en mentionnant, dans notre IIIᵉ volume, les expériences que nous avions faites, avec l'indicateur de pression, sur une machine de 60 chevaux.

MM. Legavrian et Farinaux, constructeurs de Lille, se sont fait remarquer, depuis quelques années, pour leurs machines à deux cylindres, différant essentiellement de celles de Woolf, en ce que, d'une part, elles ne sont pas à balancier, mais à directrices, avec arbre moteur placé au-dessus, et que, de l'autre, les deux cylindres sont entièrement séparés et distincts, de telle sorte que les tiges de leurs pistons communiquent le mouvement à des manivelles différentes montées aux extrémités de l'arbre de couche, disposition qui a permis, en donnant de l'avance de l'une sur l'autre, d'éviter les points morts, et, par suite, d'obtenir plus de régularité avec des volants moins puissants.

Il nous suffirait de citer la récompense accordée à cette maison par la Société d'Encouragement, au sujet des bons résultats obtenus sur la machine de 30 chevaux construite sur ce système, et expérimentée dans leur établissement, pour en reconnaître les avantages; mais ajoutons, à leur satisfaction, que, depuis l'Exposition de 1849, ils ont reçu, en commandes diverses, pour plus de mille chevaux de force à construire d'après ces nouvelles combinaisons, ce qui est la meilleure preuve qu'on en a compris les avantages, particulièrement dans le Nord de la France.

Quelques mécaniciens ont établi des machines à cylindres superposés, soit en plaçant le petit cylindre en haut et le grand cylindre en bas, soit en faisant le contraire. Dans l'un et l'autre cas, les deux pistons sont réunis par la même tige qui communique à un balancier ou directement à la bielle motrice.

Nous avons nous-même proposé pour M. Ronnet de Pont-Maugis un système de machine horizontale, à deux cylindres, qui est exécutée sur nos plans par M. Legrand, à Sedan, et qui est aussi d'une construction simple et avantageuse, en ce que, d'une part, elle n'exige presque pas de fondation, pour l'asseoir solidement, et que, d'un autre côté, la communication du mouvement des pistons à la manivelle est directe, sans intermédiaire de balancier et de parallélogramme; et, en outre, elle permet de voir, d'inspecter, d'un seul coup d'œil, et de toucher au besoin toutes les

pièces de la machine, sans aucun dérangement. Déjà, sur notre proposition, M. Gosme avait adopté pour son moulin d'Odessa des machines horizontales accouplées, avec condensateur et détente variable, qui ont été parfaitement construites par M. E. Bourdon, à Paris, en 1849, et qui avec un volant très-faible, permettent, malgré la grande expansion, de produire une marche très-régulière.

Un grand progrès a été apporté depuis peu dans les machines à deux cylindres; plusieurs ingénieurs, et l'un des premiers, M. Edwards, ont compris qu'il pouvait être utile de varier la détente dans ces appareils, aussi bien que dans les machines à un seul cylindre, afin de proportionner la puissance, et par suite la dépense de combustible, à la résistance à vaincre, qui peut elle-même être très-variable dans certains cas.

Alors, au lieu de faire admettre la vapeur à pleine pression, dans le petit cylindre pendant toute la course de son piston, pour la faire passer ensuite dans le grand cylindre, dont le volume est ordinairement 4 à 5 fois plus grand, on interrompt l'introduction de la vapeur dans le premier, à la 1/2, au 1/3 et même au 1/4 de la course, et plus ou moins à volonté, de sorte que la détente a déjà lieu, dans ce cylindre, et par suite la pression de la vapeur admise est réduite de 1/2, des 2/3 ou des 3/4, en passant au grand cylindre, d'où il résulte que le volume de la vapeur après l'expansion, en allant au condenseur, est 8, 10, 12 à 15 fois celui de la vapeur introduite à chaque coup de piston.

Cette combinaison a le double avantage d'économiser, d'une part, le combustible, en profitant de l'action expansive de la vapeur à un plus haut degré, et de permettre, de l'autre, de régler ou de modifier la force de la machine selon les besoins, sans changer les dimensions des cylindres.

De telles dispositions sont applicables aux machines existantes; mais il faut alors que le tiroir de distribution du petit cylindre, si son mouvement est relié à celui du grand cylindre, soit accompagné d'un tiroir de détente, comme dans les machines à un seul cylindre.

MM. Farcot et E. Bourdon de Paris ont eu l'occasion, comme nous l'avons déjà dit, d'appliquer sur des appareils à haute pression, un système à basse pression, permettant de profiter encore de la vapeur qui a produit son action sur le piston du premier, en l'envoyant agir sur le piston du second par sa propre expansion, au lieu de la perdre dans l'atmosphère.

C'est ainsi que des machines à haute pression de 15 à 20 chevaux marchant sans condensation, ont pu presque doubler leur puissance par l'addition de grands cylindres avec condensateurs et pompes à air. Nous sommes persuadé que, dans bien des cas, on pourra faire des applications analogues, et augmenter ainsi la force motrice de certains établissements sans augmentation de dépense de combustible. Appelé dernièrement, sur notre proposition, à faire une telle application sur une machine à haute pression, chez M. Huot, honorable manufacturier de Troyes, nous avons été à même d'en apprécier les bons résultats.

M. Nillus et M. Alexander ont proposé et mis à exécution, il y a déjà plusieurs années, pour les machines à deux cylindres, un système qui permet d'effectuer la distribution de la vapeur avec une seule boîte et un seul tiroir, ce qui simplifie notablement le mécanisme dans cette partie du moteur. Nous en faisons voir la disposition sur la planche 25.

Depuis peu, MM. Mazeline frères ont imaginé un tiroir unique également, mais avec équilibre de pression sur les deux faces opposées, pour distribuer la vapeur, soit dans des appareils à deux cylindres, soit dans des appareils à trois cylindres qu'ils ont proposés comme moteurs pour les navires mixtes, devant marcher à voile et à vapeur. Cette disposition, qui a aussi le mérite d'être très-simple, présente l'avantage de diminuer notablement les frottements du tiroir sur son siége, et par suite de rendre presque nulle la force employée pour le mouvoir, ce qui est d'une grande considération surtout dans les machines puissantes. On en verra de même le dessin pl. 25.

Nous allons décrire successivement ces diverses dispositions de machines, en commençant par celle de M. Moulfarine.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A DEUX CYLINDRES

CONSTRUITE PAR M. MOULFARINE ET REPRÉSENTÉE PL. 24 ET 25.

M. Moulfarine est peut-être l'un des mécaniciens qui a exécuté le plus de machines à vapeur; il est aussi de ces hommes intelligents qui se sont formés entièrement par eux-mêmes et qui doivent tout à leur travail, à leur persévérance. Il avait d'abord, en commençant sa maison de construction, qui est actuellement l'une des plus anciennes de Paris, adopté pour modèles, comme appareils de petite force, le système à directrices et à galets, à un seul cylindre, tantôt avec et tantôt sans condensation. Construites avec beaucoup de précision, ces machines fonctionnent encore presque partout; ainsi, il y a peu de temps, nous avons eu l'occcasion de visiter celles de l'Imprimerie nationale où l'on en est toujours très-satisfait.

Plus tard, son établissement prenant plus d'extension, et pouvant exécuter des machines puissantes, il entreprit le système à deux cylindres de Woolff auquel il s'attacha d'une manière toute particulière, sans toutefois abandonner la construction d'autres appareils, tels que des moulins, des calandres, des séchoirs, des transmissions de mouvement, etc. En ayant vu plusieurs à diverses occasions, nous avons pu constater leur parfaite exécution; aussi il nous a paru intéressant de publier celles qu'il a montées à l'Hôtel des Monnaies, à Paris, et qui sont remarquables, en ce qu'elles marchent à volonté simultanément ou séparément, et qu'on les charge, surtout depuis deux ans, pour faire mouvoir des laminoirs, des balanciers, découpoirs, etc., à une résistance beaucoup plus considérable que la force nominale pour laquelle elles ont été livrées.

L'une de ces machines est représentée en élévation de face sur la fig. 1[re] de la pl. 24, et en coupe transversale sur la fig. 2.

Dans la première de ces figures, on a supposé coupé le massif en pierres sur lequel repose l'appareil, afin de laisser apparentes la pompe à eau froide, la pompe alimentaire, et surtout la pompe à air, qui est représentée aussi coupée par l'axe avec son condenseur.

Cylindres a vapeur. — Les deux cylindres à vapeur A et A′ dont on voit le détail sur les fig. 7, 8 et 9 (pl. 25), sont placés dans un même plan parallèle à celui du balancier, le premier du côté de l'axe et le second en dehors, de sorte que la course du plus petit cylindre est moindre que celle du plus grand. Dans quelques machines, on a disposé les deux cylindres sur un plan perpendiculaire au balancier, pour leur donner la même course, mais cette disposition n'est pas aussi rationnelle que l'autre, elle rend la construction plus difficile, et est susceptible d'occasionner sur la traverse qui réunit les deux tiges du piston plus de pression d'un bout que de l'autre.

Ils reposent, tous deux, sur un socle commun en fonte CC′ qui se boulonne sur la grande et forte plaque de fondation B, laquelle se prolonge pour recevoir les deux châssis verticaux S qui servent de supports à l'axe du balancier.

Le petit cylindre A, quoique paraissant extérieurement de même hauteur que le grand, est réduit à l'intérieur, au moyen d'une cloison ou d'un faux fond C², comme l'indique la coupe verticale fig. 9, pl. 25. Ce fond rapporté a l'avantage d'éviter les espaces perdus; il est solidement tenu au cylindre avec du mastic de fonte. On n'alèse alors que la partie supérieure dans laquelle se meut le piston P et non celle du dessous qui reste naturellement brute et qui, d'ailleurs, ne reçoit rien.

Les deux cylindres sont fermés à leur base supérieure par les couvercles de fonte D, tournés sur toutes leurs faces et formant chacun à leur centre, stuffingbox ou boîtes à étoupes i, i', autour de la tige des pistons.

Fondus séparément, ces cylindres sont alésés avec beaucoup de soin et posés sur leur socle, de telle sorte que leurs axes soient exactement verticaux; ils portent chacun des tubulures avancées dans lesquelles sont ménagées les lumières qui doivent servir à conduire la vapeur dans le bas et dans le haut, alternativement. Un tuyau E″ (fig. 7), muni d'un robinet et boulonné contre le socle CC′ est appliqué à la base inférieure des cylindres pour donner issue à la vapeur qui se condense au moment de la mise en marche.

Distribution de vapeur. — Quand la machine fonctionne, la vapeur engendrée dans la chaudière se rend d'abord dans la boîte de distribution E du petit cylindre, par un tuyau qui passe sous le sol et communique avec la partie inférieure de la petite colonne de fonte G, par laquelle elle est élevée jusqu'à la boîte. Le tiroir E², renfermé dans celle-ci, et dont on

voit le détail sur les fig. 8 et 9 (pl. 25), la distribue alternativement au-dessus et au-dessous du piston P par les orifices *a* et *a'*.

Après avoir produit son action sur le piston, soit en montant, soit en descendant, la vapeur sortant du cylindre par l'orifice du milieu *b*, s'échappe sur le côté et est conduite par le tuyau cintré E', dans la boîte de distribution F du grand cylindre où elle doit de même agir alternativement en dessus et en dessous de son piston P' en traversant successivement des canaux semblables aux précédents *a*, *a'* et *b*.

Mais afin que la marche alternative de ce piston P' se fasse dans le même sens que celle du premier P, les tiroirs de distribution E^2 et F^2 renfermés dans les deux boîtes (fig. 8) sont disposés par rapport aux lumières absolument de la même manière, de telle sorte que lorsque la vapeur venant du générateur, se rend au-dessus du petit piston par exemple, celle qui se trouve au-dessous, dans le premier cylindre A, passe dans le second cylindre A' au-dessus du grand piston pour le faire descendre comme le premier descend, parce que la lumière d'introduction correspondante à celle supérieure *a* est tenue ouverte, en même temps que celle-ci ; et réciproquement, quand la vapeur s'introduit dans le petit cylindre au-dessous de son piston, par la lumière *a'*, qui est ouverte lorsque le tiroir est en haut, celle qui a produit son effet au-dessus passe dans le grand cylindre par la lumière inférieure correspondante au-dessous du piston, pour faire monter celui-ci, en même temps que le premier s'élève.

A chaque course totale, ou à chaque mouvement ascensionnel ou descensionnel, la quantité de vapeur dépensée, provenant de la chaudière, est égale au volume engendré par le piston du petit cylindre, si, comme nous le supposons ici, l'introduction a lieu pendant toute sa course; mais cette vapeur passant, comme on vient de le voir, du petit au grand cylindre, agit sur le piston de ce dernier, par sa propre expansion, c'est-à-dire en se détendant jusqu'à occuper une capacité quatre fois plus grande. Cette action ajoute nécessairement à la puissance de la machine, et permet de réaliser, par rapport aux appareils qui fonctionnent sans détente, une grande économie de combustible.

CONDENSEUR. — La vapeur qui s'est détendue, en agissant sur le grand piston, sort du cylindre A' par une ouverture centrale correspondante à celle *b* du petit cylindre; de là elle passe dans la colonne G' parallèle à la première G (fig. 7), et, conduite par le tuyau inférieur et recourbé G^2, elle va se précipiter dans le condenseur H (fig. 1), où en se condensant elle forme le vide dans le cylindre. Ce condenseur n'est autre qu'un vase de fonte brut percé sur le côté, et muni d'un robinet d'injection *h*, qui, lorsqu'il est ouvert, comme on le voit sur la coupe verticale (fig. 1), permet à l'eau froide contenue dans la bâche ou capacité extérieure J, de se rendre au condenseur, en montant par le petit tube vertical, adapté à la base même du robinet.

POMPE A AIR. — La pompe à air I, logée dans le milieu du condenseur,

avec lequel elle est sans cesse en communication par la base inférieure, qui est entièrement ouverte, sert à enlever, à l'aide du piston I′ qu'elle renferme, l'eau de condensation et l'air qui peut s'y trouver, jusque dans la cuvette supérieure H′ qui est fondue avec le condenseur. Son piston I′ est muni d'un simple clapet ou disque circulaire *d*, qui s'ouvre lorsque ce piston descend, et donne passage à l'air et à l'eau, et se ferme au contraire lorsqu'il remonte. Un clapet semblable *d′*, est appliqué sur la pompe, et se meut de même, mais aux moments opposés, c'est-à-dire qu'il est ouvert pendant l'ascension du piston et fermé au contraire pendant sa descente.

Pompe a eau. — L'eau froide qui doit servir à la condensation de la vapeur et qui, par cela même, doit être constamment renouvelée, est amenée par la pompe aspirante L, dont le tuyau d'aspiration *g* descend jusque dans le puits établi dans la cour de l'usine. Le tuyau d'échappement ou d'ascension *g′*, déverse l'eau directement dans la bâche en fonte J qui renferme le condenseur et la pompe à air; un tuyau de trop plein g^2, ramène au dehors le surplus de l'eau, et en même temps une grande partie de celle de la condensation. Le chauffeur a la facilité de régler la quantité d'eau froide qui peut passer de la bâche au condenseur en ouvrant plus ou moins le robinet *h* au moyen de la clé *h′* qui se relie par des tringles h^2 à la tige verticale h^3, laquelle s'élève au-dessus du sol de la machine et traverse une petite colonne en fonte M (fig. 2). Celle-ci porte à son sommet un disque gradué qui, à l'aide de l'index à poignée h^4, indique à l'ouvrier le degré d'ouverture ou de fermeture des robinets de chacune des deux machines.

Pompe alimentaire. — Comme dans toutes les machines à condensation, la chaudière est alimentée par une portion de l'eau amenée dans la cuvette H′, et qui a ordinairement une température de 40 degrés. A cet effet la pompe foulante K aspire cette eau par le tube recourbé *e* qui plonge dans cette cuvette (fig. 1), et l'envoie au générateur par le tube *e′*, en lui faisant traverser le jeu de clapets contenus dans la chapelle en cuivre *f′*. On règle d'ailleurs, ou on arrête entièrement l'alimentation par le robinet *f* dont la clé est à la disposion du chauffeur. Cette pompe ne présente, dans sa construction, aucune particularité; elle est, à peu près comme toutes les pompes foulantes, à piston plein, et munie d'une soupape de sûreté.

Balancier-parallélogramme. — Les tiges N et N′ des deux pistons à vapeur traversent les stuffingbox *i i′* qui garnissent les couvercles supérieurs D des deux cylindres, et se prolongent au-dessus pour s'assembler avec les principales pièces du parallélogramme qui doit les conduire verticalement. Ce parallélogramme est à peu près construit comme celui de Watt, dont nous avons donné les détails en publiant la machine de Saint-Ouen (tome Ier); seulement, comme il y a une tige de plus à diriger, il doit aussi avoir deux liens de plus. Ainsi il se compose, outre les côtés *o* qui communiquent à la tige *n* du piston de la pompe à air, et les côtés O′ qui se relient à celle du grand piston, de deux autres côtés ou liens intermédiaires

O qui supportent la tige du petit piston à vapeur. Ces différents liens, qui existent en avant et en arrière du balancier en fonte R, sont suspendus libres autour des axes ou goujons en fer trempé qui traversent l'épaisseur de celui-ci, comme on peut le voir par le détail (fig. 3), lequel montre une vue de côté des liens principaux O', dessinés sur une échelle plus grande que les fig. 1 et 2.

Ils sont, de plus, reliés par leur partie inférieure, au moyen de deux tringles en fer *l* placées parallèlement à la ligne milieu du balancier et assemblées de même par articulation, pour se prêter à toutes les oscillations résultant du mouvement ascensionnel ou descensionnel des tiges de piston. Deux autres tringles en fer *l'*, formant guides, s'attachent d'un bout à la traverse qui réunit l'une des extrémités des tringles précédentes, et de l'autre, à des goujons fixes situés sur la ligne verticale correspondante à la tige N' du grand piston, et adaptés aux barres horizontales en fer *k*, lesquelles sont solidement assujéties, parce que, d'une part, elles sont soutenues à la colonne *k'* qui est fixée au bord supérieur renflé k^2 de la bride du grand cylindre, et de l'autre, elles se relient à une traverse en fer S' (fig. 2), formant une des entretoises des châssis ou bâtis de fonte S.

De cette sorte, lorsque les pistons à vapeur montent ou descendent, ils marchent chacun dans une direction parfaitement rectiligne, quoique le mouvement qu'ils communiquent au balancier R soit circulaire alternatif, autour de son axe *m*.

Quant aux tiges *n'* et n^2 des pistons de la pompe alimentaire et de la pompe à eau froide, elles sont directement attachées aux chapes en fer *o'* et o^2, qui sont simplement suspendues à des axes traversant le corps du balancier, dans la seconde moitié opposée à celle qui porte le parallélogramme (fig. 1).

Bielle et manivelle. — Ce balancier se relie aussi, par cette extrémité, à la bielle en fonte R', laquelle est assemblée à fourche, suivant une disposition analogue à celle détaillée sur les planches 14, 15 et 16 du Ier volume. La partie inférieure de cette bielle s'articule sur le bouton de la manivelle en fonte R^2, qui, montée à l'extrémité de l'arbre de couche T, transmet à cet arbre un mouvement de rotation continu, lequel est en même temps communiqué au volant V et à la roue d'angle U (fig. 2).

L'arbre T' de la seconde machine placée parallèlement et symétriquement à la première, porte aussi un volant semblable V' et une roue de mêmes dimensions U', afin de réunir leur mouvement sur un troisième arbre disposé perpendiculairement aux deux premiers, et entre les deux machines. Ces arbres sont portés sur des paliers semblables X, X', garnis de coussinets en bronze et assujétis sur de fortes plaques d'assise B'.

Embrayage. — Quand cette réunion a lieu, c'est-à-dire que les deux machines doivent marcher ensemble, les deux roues d'angle U et U' engrènent à la fois avec la troisième U^2, montée au bout de l'arbre transversal. Mais pour pouvoir au besoin interrompre la marche de l'une des ma-

chines, et laisser fonctionner l'autre seule, il était utile de combiner un système d'embrayage ou de débrayage commode, solide et sûr. M. Moulfarine a appliqué à ce sujet une disposition fort ingénieuse, que nous croyons devoir mentionner d'une manière toute particulière, comme étant susceptible de recevoir souvent des applications dans bien des circonstances analogues.

Au lieu de faire usage de manchons, comme on le fait le plus ordinairement, il a imaginé de loger dans l'intérieur de chacun des arbres T et T', percés à leur extrémité, un boulon *t* fileté par un bout et traversant un écrou à collet *t'* que l'on peut faire tourner sur lui-même à l'aide d'une clé, mais qui, ne pouvant avancer ni reculer, reste adapté à l'arbre. A l'autre bout du boulon est une clavette t^2 qui traverse à la fois une mortaise partiquée dans l'arbre et une autre pratiquée dans le moyeu de la roue d'angle (fig. 6); or cette seconde mortaise est exactement de la dimension de la clavette, tandis que la première est plus longue; par conséquent, lorsqu'on tourne l'écrou, comme pour le desserrer, il force le boulon à rentrer dans l'arbre, et par suite il pousse la roue, qui alors se débraye de celle U^2 avec laquelle elle engrenait.

Lorsqu'au contraire, on veut que la commande des deux machines ait lieu simultanément, on tourne l'écrou dans le sens opposé comme pour le serrer; il rappelle alors le boulon et avec lui la roue d'angle, qu'il force à s'appliquer en partie sur la portion conique renflée de l'arbre, et qui a ainsi toute l'assise et par suite toute la solidité désirable.

Il est évident que l'embrayage ou le débrayage ne peut se faire que lorsque les machines sont arrêtées. Comme cette opération n'a lieu que dans des cas extrêmement rares, et comme d'ailleurs, à cause de la puissance même de chaque machine, il serait difficile et dangereux de la faire pendant la marche, il est bien préférable d'adopter une telle disposition qui est très-simple et en même temps très-solide, que des systèmes à manchons qui sont toujours susceptibles de prendre du jeu et des chocs, et d'occasionner beaucoup d'usure.

Mouvement des tiroirs de distribution. — La marche rectiligne alternative des deux tiroirs qui distribuent la vapeur dans les deux cylindres, est obtenue par une communication de mouvement dépendant, dans chaque machine, de l'arbre de couche T ou T'. Ainsi chacun de ces arbres porte un pignon d'angle qui engrène avec une roue semblable *p* (fig. 2) montée sur un axe en fer *r* prolongé jusque vers les cylindres. Cet axe se termine par un excentrique ou *culbuteur r'*, de forme triangulaire curviligne (fig. 4 et 5), lequel agit alternativement sur les côtés parallèles intérieurs d'un cadre en fer *s* muni des tiges verticales *s'* et s^2. Ce culbuteur ainsi que les lames du cadre avec lesquelles il est mis en contact, sont en acier trempé pour présenter une grande durée. La tige s^2 se relie par une courte traverse aux deux tringles droites *u* (fig. 1) qui, s'élevant parallèlement jusqu'au-dessus des boîtes de distribution, s'assemblent avec la tra-

verse supérieure u' aux deux bouts de laquelle sont attachées les deux tiges v des tiroirs (fig. 7 et 9, pl. 25). Ceux-ci reçoivent donc, de cette sorte, un mouvement d'ascension et de descente, qui, par la forme même du culbuteur, est nécessairement saccadé et intermittent.

La tige inférieure s' du cadre s se prolonge en contre-bas pour se relier à un levier s^3 (fig. 9) qui, à l'autre bout, est armé d'un contre-poids destiné à équilibrer les tiroirs, les traverses et les tringles. Elle passe à travers une cuvette s^4 (fig. 4 et 5) qui, à son centre, est munie d'un coussinet pour la guider. Cette cuvette sert aussi à recevoir les égouttures d'huile provenant du graissage du culbuteur et en même temps graisse la tige formant guide.

Régulateur a force centrifuge. — L'axe r est supporté, dans sa longueur, par plusieurs paliers x garnis de coussinets, et vers son milieu il porte une petite roue d'angle p' (fig. 2) qui engrène avec une semblable rapportée sur le bout d'un petit axe transversal q, pour commander, par une autre paire de roues p^2, l'arbre vertical y du modérateur ou régulateur à force centrifuge, composé comme à l'ordinaire, de deux branches obliques à boules Y. Cet arbre, placé au milieu de l'espace libre entre les deux châssis verticaux S au-dessous du balancier, est retenu vers le haut par un collet formé au milieu de la traverse en fer Z, et pivote par le bas sur la crapaudine de la chaise en fonte Z' qui sert aussi de support à l'axe q.

La marche ascensionnelle et descensionnelle de la bague mobile qui se relie aux branches du modérateur se communique à la valve ou soupape d'admission c appliquée sous la boîte de distribution E du petit cylindre, au moyen de la tringle verticale en deux pièces c', et de la fourchette horizontale c^2, dont le bout embrasse la gorge de la bague mobile. Nous avons déjà expliqué dans le Ier volume la construction de ce genre de régulateur à force centrifuge, et nous avons donné les dimensions correspondantes aux vitesses de rotation de l'arbre vertical, suivant l'angle et la longueur des bras.

Transmission de mouvement. — Les deux machines à vapeur établies à la Monnaie de Paris, peuvent, comme on l'a vu plus haut, marcher simultanément étant accouplées, ou bien l'une peut rester au repos pendant que l'autre est en activité. Dans l'un comme dans l'autre cas, leur mouvement est transmis par les roues d'angle U et U', à l'arbre longitudinal qui porte d'abord la roue conique U^2, semblable aux précédentes, puis la grande roue droite en fonte U^3, de 2m30 de diamètre, laquelle engrène avec un pignon droit U^4 de 1m24. L'axe de ce dernier, destiné à faire mouvoir plusieurs séries de laminoirs, de presses monétaires et d'autres appareils propres à la fabrication des monnaies, porte un volant additionnel de 3m76 de diamètre, c'est-à-dire de même dimension que les deux premiers V, V', et qu'il a paru au constructeur nécessaire d'appliquer, dans cette circonstance, à cause des grandes résistances variables que les machines sont

susceptibles de vaincre. Leur action s'accumule ainsi dans trois volants, de sorte que malgré la grande inégalité de résistance, les mouvements obtenus dans les appareils présentent toute la régularité désirable.

Déjà, par la disposition de deux machines semblables ainsi accouplées, de dix-huit à vingt chevaux chacune, au lieu d'une seule ayant la force totale de trente-six à quarante chevaux, on a l'avantage, même sans volant, d'obtenir une certaine régularité, parce qu'on fait en sorte de placer les manivelles de manière à se trouver à peu près à angle droit, et à éviter ainsi entièrement les points morts; il en résulte que pendant que l'une des machines a ses pistons à l'extrémité de la course, l'autre, au contraire, a les siens situés vers le milieu, et réciproquement. Une telle disposition est d'autant plus avantageuse qu'elle permet de ne pas être arrêté complétement, lorsqu'on est obligé de faire une réparation, parce qu'il n'est pas présumable que les deux machines soient à la fois en mauvais état, ou qu'un accident leur arrive en même temps, tandis que dans le cas d'une seule machine, à la moindre réparation, tout est arrêté. Nous avons conseillé et nous conseillons souvent cette application de machines accouplées, qui peuvent être d'un grand avantage dans bien d'autres circonstances. Si d'un côté elle présente plus de frais d'acquisition et de montage, de l'autre elle a le mérite d'occasionner moins de réparations, plus de régularité et moins de chômage.

Nous verrons, du reste, en donnant des tables et des tracés géométriques pour faciliter le calcul des volants, combien ceux-ci peuvent être réduits de dimensions, lorsqu'on accouple les moteurs.

MACHINE A VAPEUR A DEUX CYLINDRES

FONDUS ENSEMBLE AVEC L'ENVELOPPE, ET AVEC UN TIROIR COMMUN,

Par M. Nillus du Hâvre et M. Alexander de Paris

(et représentés sur les fig. 10 et 11, pl. 25).

Dans les machines à vapeur, dites de Woolff, on a regardé, pendant longtemps, comme une grande difficulté, l'exécution des deux cylindres fondus ensemble, et surtout fondus avec une enveloppe ou chemise qui les entoure entièrement. Aussi, bien des constructeurs ont évité cette difficulté, en faisant fondre les cylindres séparément, et en rapportant les enveloppes, ou en n'y appliquant que des chemises en feutre et en bois. On a, du reste, objecté avec quelque raison, que s'il arrivait un accident à l'un des cylindres, lorsqu'ils sont fondus ensemble, la perte est assez considérable s'il faut remplacer le tout, et à plus forte raison, s'ils sont solidaires avec l'enveloppe; tandis que séparés, on peut toujours et avec plus de facilité, remplacer une pièce défectueuse. Il est de fait que les fondeurs, qui n'avaient pas l'habitude, manquaient souvent de telles pièces, qui exigent beaucoup de soin, d'attention et d'intelligence.

Cependant plusieurs établissements sont arrivés à les exécuter avec une grande précision, et ne craignent pas, aujourd'hui, de les entreprendre, sans même employer de modèles en bois.

Nous l'avons déjà dit, et les expériences l'ont prouvé, l'application des enveloppes autour des cylindres à vapeur est très-avantageuse, aussi maintenant, dans bien des machines, on ne se contente pas de mettre les cylindres dans une chemise de fonte, en y faisant circuler la vapeur, mais on ajoute encore à l'extérieur une couverture en feutre, et une autre en bois cerclé, afin d'éviter entièrement les refroidissements par le contact de l'air atmosphérique.

La disposition des deux cylindres à vapeur fondus ensemble avec l'enveloppe, comme le montrent la coupe verticale (fig. 10, pl. 25) et la section horizontale (fig. 11), est assez particulière pour que nous ayons cru devoir la faire connaître, d'autant plus qu'elle permet de simplifier la construction dans bien des cas, surtout dans les machines de petites dimensions. Cette disposition a été appliquée, il y a déjà plusieurs années, par M. Nillus, du Hâvre, et par M. Alexander, lorsqu'il était établi à Paris, sur des appareils de dix à douze chevaux.

On voit par les figures que les deux cylindres A et A′ sont collés l'un à l'autre, et que la chemise B avec laquelle ils sont fondus, épouse en section horizontale une forme oblongue presque elliptique, et qu'elle n'entoure pas les cylindres complétement ; cette disposition a permis de faire occuper au système le moins d'espace possible, et sensiblement moindre que le cas où les cylindres sont séparés, et renfermés entièrement dans une enveloppe extérieure.

La vapeur venant de la chaudière arrive d'abord dans l'espace libre de l'enveloppe afin de maintenir la température des cylindres à son même degré, et se rend dans la boîte de distribution C par un tuyau latéral D. Cette boîte, commune aux deux cylindres, ne renferme qu'un seul et même tiroir E, qui sert à la fois pour distribuer la vapeur dans le petit cylindre d'abord, et dans le grand ensuite. A cet effet, il importe de remarquer que ce tiroir est à double cloison, de manière à former un conduit ou canal intérieur *a*, qui, comme on va le voir, sert à établir les communications, alternativement, entre les orifices *b*, *e*, d'une part, et les orifices *d*, *c*, de l'autre, tandis que son dégagement intérieur *a′*, qui est de la forme ordinaire des tiroirs connus, met successivement en communication les lumières *d* et *c* avec le canal de sortie *f*.

Or les orifices ou lumières *b* et *c* amènent la vapeur de la boîte C au petit cylindre A, alternativement, en dessus et en dessous de son piston P, tandis que les lumières *d* et *e* conduisent la vapeur de ce cylindre dans le grand A′, et l'orifice de sortie *f* la rend au tuyau F, d'où elle va se précipiter au condenseur.

Il est facile de voir alors comment un tel système fonctionne :

Lorsque les pistons sont à la partie inférieure de la course, par exemple,

›rifice d'entrée *c* est ouvert, parce que le tiroir est élevé, et la vapeur ·oduite dans la chaudière et qui, comme nous l'avons dit, vient constamment remplir l'espace libre compris entre les cylindres et leur chemise, isse de cette capacité dans la boîte de distribution C, pour se rendre rectement par le canal *c'*, au bas du cylindre A, et par suite pousser le iston P de bas en haut.

Pendant ce temps, la vapeur qui, au coup précédent, avait pénétré dans partie supérieure du cylindre et avait fait descendre le piston, quitte ce ·lindre en sortant par le conduit *b*, qui étant alors en communication, par canal *a* du tiroir, avec l'orifice *e*, permet à cette vapeur de se rendre à partie inférieure du grand cylindre A', afin de faire également remonter ›n piston.

De plus, la vapeur détendue qui est au-dessus de celui-ci trouve à échapper au condenseur, parce que l'ouverture *d* qui communique avec partie supérieure du cylindre, est en communication par l'évidement *a'* ·ec l'orifice de sortie *f*.

L'effet inverse a lieu lorsque les pistons sont arrivés vers le haut de la ›urse, le tiroir occupe une position différente, il se trouve en bas, et par iite la vapeur de la chaudière peut passer directement de la boîte E au-ssus du piston P, par le canal *b*; tandis que celle qui est au-dessous de ·lui-ci trouve son issue par le canal *c' c*, qui, par le conduit *a*, l'amène à ›rifice *d*, et de là au-dessus du grand piston; et celle qui vient d'agir sous › dernier sort par le canal *e* et passe au conduit d'échappement *f*, d'où le se précipite au condenseur en traversant rapidement la colonne F.

En donnant de l'avance et suffisamment de recouvrement au tiroir, on ›ut, comme l'indique le dessin (fig. 10), interrompre l'arrivée de la vapeur ıns le petit cylindre, avant que son piston ne soit à la fin de sa course, ; alors commencer à détendre dans ce cylindre. Seulement il n'est pas ossible de varier le degré de détente, comme on le ferait avec une dispotion de tiroirs séparés, mais il est à remarquer que la variation de la dé-›nte dans les machines à deux cylindres est rarement exigée; on varie lutôt la puissance de la machine, par la valve d'admission, et par la pres-ion de la vapeur.

Le tiroir reçoit son mouvement alternatif de la partie inférieure; à cet ffet, il est attaché à charnière à la tige verticale *g*, qui traverse un stuffing-ox appliqué à la boîte de distribution, et descend jusqu'au-dessous du ıyau d'échappement F, pour communiquer, par un mécanisme analogue ı celui décrit (pl. 14 et 15, tom. I[er]), avec l'excentrique qui doit lui imprimer le mouvement.

SYSTÈME DE TIROIR A DOUBLE SIÉGE

APPLIQUÉ AUX MACHINES A DEUX CYLINDRES,

Par MM. Mazeline frères, du Hâvre, et représenté fig. 12 et 13, pl. 25.

MM. Mazeline, constructeurs bien connus au Hâvre, pour les divers appareils à vapeur, les scieries mécaniques, et un grand nombre d'autres machines qu'ils ont établies, ont imaginé un système de tiroir unique à double siége qu'ils appliquent avec avantage aux machines à deux cylindres.

Ce système, qui est représenté sur la coupe verticale (fig. 12, pl. 25), a le mérite de réduire notablement le frottement et par suite la puissance nécessaire pour faire mouvoir le tiroir de distribution, en équilibrant pour ainsi dire, la pression sur les deux faces en contact avec les siéges sur lesquels elles glissent.

On voit qu'il consiste en une pièce de bronze ou de fonte évidée B, qui est dressée avec soin sur les deux côtés opposés, et suspendue à la tige verticale C, par laquelle il reçoit son mouvement rectiligne alternatif. Il est renfermé exactement dans la boîte de distribution D placée entre les deux cylindres à vapeur A et A′.

Les deux faces verticales sur lesquelles s'appliquent les deux côtés du tiroir, sont aussi parfaitement dressées et polies; l'une, la première de droite, est percée des deux lumières *b* et *c*, qui communiquent avec la partie supérieure et avec la partie inférieure du petit cylindre A; l'autre, celle de gauche, est percée de trois orifices, dont deux *d*, *e*, communiquent avec le haut et le bas du grand cylindre A′, et celle du milieu *f*, avec le tuyau qui conduit au condenseur.

Les évidements a, a' et a^2 du tiroir sont tels qu'ils permettent à la vapeur, suivant la position qu'il occupe, de passer alternativement du petit cylindre au grand, et de celui-ci à la condensation.

Ainsi dans la position que nous lui avons supposée sur le dessin fig. 12, on voit que la vapeur arrivant du générateur dans la boîte de distribution D, soit au-dessus, soit au-dessous du tiroir, peut se rendre, en traversant l'ouverture *b*, dans la partie supérieure du petit cylindre, au-dessus de son piston P, pour le faire descendre, tandis que celle contenue dans la partie inférieure au-dessous, trouve issue par le canal *c*, d'où traversant le tiroir, elle monte en a', passe dans le canal *d* et se rend au grand cylindre A′, au-dessus du piston P′, qu'elle fait descendre également.

De même, la vapeur qui a produit son action, dans la course précédente, au-dessous de ce piston, trouve à s'échapper au condenseur par le canal *e*, dans celui *f*, en traversant l'évidement a^2 du tiroir.

L'effet inverse se produit, quand le tiroir a changé de position et qu'il se trouve vers le haut de sa course. Et dans l'un comme dans l'autre cas,

s deux faces opposées du tiroir sont tenues en équilibre, puisque la pres-
on de la vapeur a aussi bien lieu d'un côté que de l'autre.

On voit donc combien une telle disposition est avantageuse, puisque, 'une part, elle simplifie la construction de la machine, et que, de l'autre, lle diminue les frottements et par suite les pertes de force nécessaires our les vaincre.

Les constructeurs à qui l'on doit des innovations très-intéressantes ır les appareils à vapeur, et dont nous aurons l'occasion de parler, 3 sont occupés depuis quelques années de cette question de la distribution e vapeur d'une manière toute spéciale. Outre la disposition que nous enons de décrire, ils ont aussi proposé celle qui est représentée sur la ection verticale (fig. 13), laquelle est évidemment établie sur le même rincipe et remplit absolument le même but. Seulement le tiroir est peut-tre plus lourd, mais aussi plus solide, et par conséquent d'une construc-ion plus applicable aux machines de grande puissance. On voit par cette igure que les deux faces opposées sont presque symétriques; elles sont eliées l'une à l'autre par des petites traverses creuses *g*, qui laissent asser la vapeur d'un côté à l'autre pour que l'équilibre s'établisse entre eux.

Application du tiroir a double siége aux machines a un seul cylindre. — Déjà MM. Mazeline avaient antérieurement imaginé une disposition de tiroir à coin ou à double siége appliqué à des machines à un seul cylindre, et pour lequel ils se sont fait breveter en France et en Angleterre dès 1848. Tel est le système représenté en coupe verticale et en coupe horizontale sur les fig. 14 et 15, pl. 25.

Actuellement, dans un grand nombre de machines, on donne aux orifices d'introduction et d'échappement des dimensions très-grandes, qui sont quelquefois la 1/15ᵉ et même la 1/10ᵉ partie de la section du cylindre; les tiroirs de distribution doivent alors, à cause de ces grandes lumières, présenter des surfaces considérables, et deviennent, surtout lorsqu'ils s'appliquent à des appareils puissants, de 100 chevaux et au-dessus, d'une manœuvre très-dure, très-difficile, parce que la charge ou la pression de la vapeur sur leur superficie est nécessairement très-grande. MM. Mazeline ont compris mieux que personne combien il est utile de chercher à équilibrer, au moins en grande partie, cette pression, et par les diverses dispositions qu'ils ont proposées, ils sont parvenus à des résultats vraiment remarquables, soit comme application aux machines locomotives dont nous avons parlé précédemment (page 229), soit comme application aux machines fixes, à un, deux ou trois cylindres.

Il est aisé de concevoir le principe sur lequel ils se sont basés pour établir cet équilibre de pression, c'est de faire porter le tiroir sur deux siéges, de manière que la pression se fasse aussi bien sur un côté que sur l'autre. Ainsi, on voit par la fig. 15 que le tiroir B est en forme de prisme ayant pour section horizontale la forme d'un trapèze dont les deux côtés droits

et non parallèles, mais bien dressés, s'appuient sur les deux faces droites également bien dressées de la boîte de distribution C, qui est ouverte de chaque côté pour communiquer avec le haut et le bas du cylindre à vapeur. (Voy. la fig. 14, qui est une coupe verticale faite suivant la ligne circulaire 1-2-3.) Les ouvertures *a* et *a'* débouchent dans les canaux ou conduits supérieurs *b*, *b'* qui se rendent au-dessus du piston, et comme elles sont en ce moment supposées ouvertes sur le dessin, elles permettent à la vapeur d'aller presser celui-ci pour le faire descendre ; les ouvertures *c*, *c'*, qui débouchent dans les conduits inférieurs *d*, *d'*, sont alors en communication avec les orifices ou les canaux de sortie *e*, *e'*, qui conduisent la vapeur soit au dehors soit au condenseur.

La forme en coin ou à surfaces glissantes non parallèles que MM. Mazeline donnent à ces nouveaux tiroirs de distribution est très-favorable, en ce qu'elle permet toujours de regagner l'usure. Ces habiles constructeurs viennent d'exécuter des machines à deux cylindres de 10 et de 12 chevaux avec l'application de ce système de tiroir unique.

On se rappelle que, lorsque nous avons publié le système de marteau-pilon de MM. Cavé (tome VIe), nous avons fait voir la disposition de tiroir à piston que cet honorable constructeur a imaginée pour diminuer la grande pression sur le tiroir, et par suite faciliter sa manœuvre à la main.

Ce sujet a évidemment occupé plusieurs personnes qui ont pensé également à éviter le même inconvénient. Ainsi, en septembre 1847, M. Paltrineri, de Milan, prit en France un brevet d'invention de quinze ans pour des dispositions propres à équilibrer en partie la pression du tiroir sur son siége. Il s'occupe en ce moment d'en faire l'application sur une machine locomotive. En faisant la demande d'une patente en Angleterre pour cet objet, il s'est rencontré avec un ingénieur anglais sur la même invention pour laquelle ils se sont entendus. M. Martin, garde-mines, qui a été employé pendant plusieurs années dans les chemins de fer, vient aussi de demander un brevet d'invention pour la même question.

Nous sommes persuadé que lorsque l'on aura bien compris l'avantage de ces tiroirs perfectionnés, l'application en deviendra générale, aussi bien aux appareils de marine qu'aux machines de terre.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A DEUX CYLINDRES,

CONSTRUITE PAR M. NILLUS ET REPRÉSENTÉE PL. 26.

Cette machine est aussi à balancier comme celle de M. Moulfarine, avec bâtis en fonte en forme de chevalet, mais elle en diffère essentiellement dans sa construction sous un grand nombre de points.

CYLINDRES ET LEURS CHEMISES. — Ainsi, d'une part, les deux cylindres à vapeur A et A' représentés en élévation (fig. 1re), en section horizontale (fig. 2) et en coupes verticales (fig. 3 et 4), sont chacun renfermés dans une double chemise de fonte C, C' qui est d'un seul morceau, de telle sorte

que la vapeur venant de la chaudière passe d'abord, avant d'aller au petit cylindre, dans l'espace libre existant entre ces cylindres et la chemise intérieure, tandis que la vapeur, qui a produit son action successivement sur le petit et le grand piston, s'échappe au condenseur par l'espace existant entre l'enveloppe extérieure et l'enveloppe intérieure.

Par cette disposition, on a l'avantage d'éviter complétement le refroidissement de la vapeur avant son action.

La construction de la double chemise en fonte d'une seule pièce présente évidemment des difficultés dans la pratique, aussi tous les fondeurs ne sont-ils pas à même d'exécuter de tels morceaux; il en résulte que souvent les mécaniciens hésitent à appliquer ce système à leurs machines.

Tiroirs de distribution. — L'arrivée de la vapeur à la machine a lieu par un conduit intérieur *c* (fig. 4), dont l'ouverture débouche dans la boîte de distribution E du petit cylindre, et se trouve réglée par la soupape ou valve *c'*, qui est mise en communication avec le modérateur à boules Y, au moyen de la fourchette c^2, de la tringle horizontale en deux pièces c^3, et de l'équerre c^4, qui se relie à l'axe de cette soupape. Le tiroir de distribution E' renfermé dans la boîte est double, c'est-à-dire qu'il est disposé avec un canal intérieur *b*, de manière à servir de communication alternativement entre l'orifice de dégagement *d*, qui doit conduire la vapeur au grand cylindre, et les lumières *a*, *a'* qui se rendent à la partie supérieure et à la partie inférieure du petit cylindre A.

L'évidement central ménagé au milieu du même tiroir sert à mettre successivement en communication le canal d'introduction *c* avec les mêmes lumières *a* et *a'*. Il en résulte que l'admission et la sortie changent suivant la position occupée par le tiroir; lorsqu'il se trouve en haut de sa course, par exemple, la vapeur, venant du générateur dans l'intérieur de la chemise C', se rend par le canal *c* et le conduit *a* au-dessus du piston P du petit cylindre A, tandis que la vapeur qui est au-dessous de ce piston peut se rendre au grand cylindre en traversant le conduit *a'* et le canal *d*, qui se trouvent tous deux en communication par le canal intérieur *b* du tiroir.

Le conduit de dégagement *d* débouche en *d'* (fig. 3) dans la boîte de distribution F de ce grand cylindre A', laquelle renferme un tiroir ordinaire F', qui met alternativement en communication le canal *d'* avec les lumières *e*, *e'* qui se rendent aux extrémités du grand cylindre. La position de ce tiroir de distribution F', par rapport au premier E', est telle, que, lorsque la vapeur de la chaudière vient dans le petit cylindre au-dessus de son piston, celle qui a produit son action en dessous passe dans le grand cylindre également au-dessus de son piston; et réciproquement lorsque la vapeur arrive dans le bas du petit cylindre pour faire remonter son piston, celle qui se trouve dans le haut se rend à la partie inférieure du grand cylindre pour faire monter en même temps son piston P'. A cet effet, les tiges *v*, *v'* de ces tiroirs descendent en traversant les boîtes à coulisse B, B' jusque vers la partie inférieure des cylindres pour être commandées par le double

levier *l*, monté sur l'axe *f*. Cet axe n'est pas, comme dans la machine décrite précédemment, commandé par un culbuteur ou excentrique curviligne, il porte à son extrémité un levier à manette *m*, *m'*, dont la branche inférieure se relie par un goujon à la tringle horizontale *q* qui se prolonge latéralement à la machine, afin de s'assembler par son autre extrémité avec le petit balancier vertical D; celui-ci, oscillant par son milieu, reçoit à son extrémité inférieure la courte bielle *k*, par laquelle il est commandé et qui s'attache au bouton *i* (fig. 5) de la roue dentée *r*, laquelle reçoit son mouvement de rotation continu de la roue semblable *r'*, rapportée sur l'arbre de couche de commande T. Ainsi, à chaque révolution de cet arbre, la roue *r* fait également une révolution et imprime au balancier D, et par suite au levier *m*, un mouvement circulaire alternatif qui se transmet naturellement au levier *l* et aux tiges *v*, *v'* des tiroirs, lesquelles marchent toujours en sens contraire.

Mise en train. — Lorsqu'on veut mettre la machine en train, on décroche le bouton du levier *m* de l'encoche de la tringle *q* avec laquelle il se trouve assemblé ; et pour cela, il suffit, comme dans les machines de bateaux à vapeur, de dégager la pièce d'arrêt *j* qui retient le bouton dans l'encoche et qui est elle-même solidement retenue par un cliquet et un ressort. L'homme chargé de conduire la machine peut alors manœuvrer les tiroirs à la main en agissant sur la poignée de la manette *m'*; c'est habituellement ce que l'on fait chaque fois que l'on veut mettre en train.

Balancier, bielle et parallélogramme. — La construction du balancier R et de la bielle R' diffère aussi de la précédente, comme on peut en juger par les fig. 1 et 3. Remarquons d'abord que l'axe m^2 du balancier est plus court proportionnellement pour la même force de machine, parce que les deux châssis ou chevalets en fonte S qui forment le bâtis sont placés d'une manière inclinée au lieu d'être verticaux et parallèles, et qu'alors les paliers ou supports S' des tourillons de l'axe sont plus rapprochés et boulonnés au sommet de ces châssis au lieu d'être fondus avec ceux-ci; les patins de ces chevalets sont dressés en dessous, suivant une face parfaitement horizontale pour se fixer sur la plate-forme en fonte L, qui sert de base à tout l'appareil et qui en même temps est fondue creuse pour servir de réservoir d'eau froide à la condensation.

Les extrémités du balancier ne forment pas rotule comme dans la machine de Saint-Ouen (décrite Ier volume); elles reçoivent à demeure les tourillons *t* et *t'*, auxquels sont suspendus, d'une part, les liens O' de la tige N' du grand piston, et de l'autre, les deux branches de la fourche qui forme la tête de la bielle R'; celle-ci présente elle-même des particularités très-remarquables comme on peut en juger par les fig. 6 et 7. Ainsi, sur les deux branches qui forment la fourche à la partie supérieure de la bielle sont ajustées et retenues par des écrous les brides ou châpes en fer *z* (fig. 6), dans lesquelles sont rapportés des coussinets en bronze qui entourent les deux parties du tourillon *t'*; ces coussinets sont serrés par des clavettes.

A la partie inférieure de la bielle sont aussi ajustés des coussinets en bronze qui embrassent le bouton *z'* de la manivelle en fonte R^2 ; ces coussinets sont serrés par les côtés au moyen de coins à vis *u* (fig. 7). Cette disposition a l'avantage de ne pas changer la position du centre des coussinets lorsqu'on est obligé de les rapprocher après un certain temps de travail, et de conserver par suite toujours la même longueur à la bielle, car on a compris sans doute que lorsqu'on serre de même les coussinets supérieurs qui embrassent le tourillon *t'*, on peut toujours récupérer la différence du serrage par les chapes en fer *z* dont on fixe exactement la position avec leurs écrous.

Nous remarquons qu'en général toutes les clavettes de serrage appliquées dans cette machine sont à vis et à écrous, telles sont les différentes pièces O, O', et *o* du parallélogramme et celles *o'* des tiges *n'* des pompes alimentaires. Ce mode de construction de clavettes à vis a l'avantage d'être beaucoup plus propre et plus solide que les simples clavettes ordinaires, et de permettre de toujours serrer au degré convenable sans effort, sans choc, puisqu'il suffit de tourner leur écrou avec une petite clé au lieu de frapper sur leur tête avec un marteau.

Pour que la bielle présente une grande longueur par rapport à la manivelle, l'arbre de celle-ci se trouve sensiblement en contre-bas de la plaque de fondation ; ses paliers X et X' sont alors scellés sur des pierres de taille qui se relient, du reste, avec le massif de toute la machine ; cette disposition a permis de donner à la bielle une longueur au moins égale à six fois la manivelle.

Mouvement par courroies. — La transmission de mouvement de l'arbre moteur se fait au moyen de deux larges et grandes poulies U, U' ayant ensemble une largeur totale de 0m 530 et fondues en quatre pièces, dont deux demi-couronnes forment la jante entière avec un rebord saillant vers le milieu pour séparer les deux courroies qui doivent embrasser leur circonférence. Elle est boulonnée par des oreilles ménagées à l'intérieur aux extrémités des bras, lesquels sont fondus avec le moyeu. Le volant V monté sur le même arbre à côté de ces poulies est aussi fait en deux pièces et son moyeu est fretté de chaque côté par des cercles en fer.

Condenseur, pompes a air et alimentaires. — Nous avons vu que les cylindres à vapeur et leurs enveloppes ainsi que les deux châssis de fonte S portant l'axe du balancier sont boulonnés sur la plaque d'assise creuse L qui sert en même temps de récipient pour la condensation de la vapeur ; c'est au-dessous de cette plaque que se boulonne le condenseur proprement dit H, qui n'a pu être indiqué sur la fig. 1re qu'en lignes ponctuées. Dans cette capacité plonge en partie la pompe à air I, fondue avec une bride circulaire qui se boulonne au-dessus de la plaque ; la partie supérieure de cette pompe est en communication par le conduit en fonte J avec la cuvette ou bâche H', qui reçoit ainsi à chaque coup de piston toute l'eau provenant de la condensation.

Une portion de cette eau est prise par les pompes alimentaires K qui aspirent directement dans la bâche par la tubulure x, surmontée comme d'habitude d'une boîte à clapets x' ; l'eau refoulée par les pistons de ces pompes est envoyée à la chaudière par les tuyaux x^2. On peut arrêter à volonté le jeu de l'une ou l'autre de ces pompes en desserrant la vis à poignée g taraudée dans la partie inférieure du canon creux qui termine la tringle verticale o' de chacun des pistons, de sorte que, dans le mouvement du balancier, le canon ou la douille creuse glisse sur la queue ou le bout de tige a' qui surmonte le piston et qui est assemblée avec lui à charnière, sans l'entraîner dans sa marche ascensionnelle ; mais dès que l'on serre la vis à poignée g, ce qui se fait sans arrêter la machine, on rend le canon et la queue du piston solidaires, et par suite celui-ci est forcé de jouer, entraîné par la tringle o'.

Comme l'alimentation est une des parties les plus importantes pour la sécurité et la régularité de la marche dans les moteurs à vapeur, M. Nillus préfère toujours appliquer dans ses machines deux pompes alimentaires au lieu d'une, quoique chacune d'elles soit réellement suffisante pour fournir à la chaudière la quantité d'eau nécessaire ; c'est une mesure qui est toujours utile en ce qu'elle permet de ne pas être arrêté lors même qu'une pompe ne fonctionnerait pas.

On voit par la fig. 2[e] que la vapeur qui a produit son action sur le grand piston P', et qui s'échappe par le canal d' dans l'espace laissé libre entre les deux enveloppes C, C', se rend au condenseur en traversant une foule de trous pratiqués dans la plaque creuse L sous la base du grand cylindre. Cette disposition a l'avantage de diviser la vapeur et de mieux la condenser par le courant d'eau froide qui se met immédiatement en contact avec elle en arrivant également divisée par la turbulure G, munie d'un robinet dont on règle à volonté l'ouverture au moyen de la poignée h.

DIAGRAMMES. — Un grand nombre de courbes ont été relevées sur chacun des cylindres de cette machine, avec les indicateurs Macnaught que nous avons décrits dans le tom. III. Nous reproduisons deux de ces diagrammes sur les fig. 8 et 9 ; le premier est relatif au piston du petit cylindre, le second à celui du grand. Pour peu qu'on y jette les yeux, on peut aisément reconnaître que la détente s'effectue déjà dans le petit cylindre même avant le milieu de la course de son piston ; aussi la pression devient-elle très-faible à la fin de la course dans le grand cylindre. On arrive, en effet, par la disposition adoptée par M. Nillus, à n'admettre à chaque coup de piston qu'une très-faible quantité de vapeur et à détendre huit à dix fois et plus ; il en résulte que la machine, comme nous avons pu le constater, consomme fort peu de combustible.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A DEUX CYLINDRES SÉPARÉS

DE MM. LEGAVRIAN ET FARINAUX,

(représentée Pl. 27).

La disposition de la machine à deux cylindres, construite par MM. Legavrian et Farinaux, diffère essentiellement des machines dites à balancier du système de Woolff, en ce que les cylindres sont entièrement détachés l'un de l'autre, et que les tiges de leurs pistons communiquent directement par des bielles à deux manivelles montées à l'extrémité d'un arbre de couche de commande; ces manivelles ne sont pas placées dans un même plan ni sur une même ligne, ni sur le prolongement l'une de l'autre; elles forment entre elles un angle de 20 à 22 degrés, ou plutôt de 158 à 160°. Il en résulte que les pistons, qui ont d'ailleurs la même course, ne se correspondent pas exactement dans leur position relative; il y en a toujours un en avance sur l'autre d'une petite quantité.

Cette combinaison est fort avantageuse en ce qu'elle supprime l'action des points morts qui existent dans toutes les machines à manivelles, puisque quand l'un des pistons est à l'extrémité de sa course, l'autre n'y est pas encore arrivé ou l'a déjà dépassé.

Ce système a permis aussi de réduire notablement les frais de construction de la machine entière; il est vrai que l'on a bien alors une bielle et une manivelle en plus, mais cette addition, qui est de peu d'importance, est loin de se comparer aux différentes pièces lourdes et compliquées qu'elle permet de supprimer, telles que le balancier, son axe et ses supports, la grosse bielle en fonte, et tout le mécanisme du parallélogramme. On a, en outre, l'avantage de réduire sensiblement les dimensions et le poids du volant.

L'arbre de couche est alors situé à la partie supérieure de l'appareil au lieu de se trouver sur le sol comme dans les machines à balancier. Cette disposition, à laquelle on a quelquefois reproché d'exiger beaucoup de hauteur, est très-commode dans bien des circonstances, comme, par exemple, dans les filatures où les arbres de couche de transmissions sont généralement placés vers le haut des étages sous les plafonds. Elle permet souvent, par cela même, d'éviter l'emploi d'arbres verticaux et d'engrenages d'angle.

MM. Legavrian et Farinaux se proposent, d'ailleurs, de disposer et de construire leur machine horizontalement, ce à quoi elle peut se prêter parfaitement bien toutes les fois que les circonstances ou les localités exigeront que l'arbre moteur se trouve vers la partie inférieure, comme nous l'avons déjà dit et comme l'ont exécuté tout récemment MM. Schneider et Legrand, pour l'établissement de M. Ronnet à Pont-Maugis, sur notre conseil et sur nos propres dessins. Il est évident que les machines à deux cylindres peuvent tout aussi bien fonctionner, construites pour être posées

horizontalement, que celles à un seul cylindre, soit qu'on réunisse, soit qu'on sépare les deux cylindres.

La fig. 1re du dessin pl. 27 représente une section verticale de la machine de MM. Legavrian et Farinaux ; cette section est faite par l'axe des cylindres séparés et par le centre de l'arbre moteur.

La fig. 2e est une élévation latérale ou plutôt une section verticale faite par l'axe de la pompe à air et vue du côté de la boîte de distribution du grand cylindre.

Des cylindres a vapeur. — Il est aisé de voir par ces figures la disposition générale de la machine. Le petit cylindre vertical A, qui reçoit directement la vapeur venant de la chaudière, est fixé sur la plaque de fonte B qui lui sert de couvercle inférieur et qui reçoit en même temps la chemise ou enveloppe de fonte C dans laquelle il est renfermé. Son piston P se relie par la tige verticale N à la bielle en fer forgé R, dont la partie supérieure s'assemble avec la manivelle O, montée à l'extrémité de l'arbre de couche T.

Le grand cylindre vertical A', placé symétriquement à une certaine distance du premier, est également fixé comme celui-ci sur une plaque de fonte B' qui lui sert d'assise et ferme sa base inférieure. La tige N' de son piston P' se relie de même à la bielle R' suspendue au bouton de la manivelle O' qui est montée à l'autre extrémité du même arbre de couche T. Ce cylindre n'est pas toujours renfermé dans une chemise de fonte comme le premier, mais il est au moins enveloppé d'une chemise en bois.

La vapeur vient du générateur à la boîte du petit cylindre par un tuyau recourbé en cuivre qui n'a pu être apparent sur la figure, et, après avoir produit son action sur le piston, elle se rend à la boîte du grand cylindre par le tuyau G'. Les couvercles D, D' qui ferment ces cylindres par le haut sont munis de stuffingbox *i* dont les bouchons sont tout à fait ronds et filetés sur l'extérieur.

Les plaques de fondation B, B' reposent sur un fort massif en granit ou en pierre de taille qui supporte toute la machine et qui doit être solidement établi, afin de ne pas bouger pendant le travail. Ces plaques se prolongent de chaque côté des cylindres, afin de recevoir les colonnes en fonte S qui supportent les entablements S' que l'on prolonge de chaque côté jusque sur les murs principaux de la chambre de la machine, et sur lesquels sont boulonnés les paliers X de l'arbre de couche moteur. Contre les mêmes colonnes et au-dessous des entablements sont rapportées les corniches courbes en fonte et à moulures V, auxquelles sont reliées les petites colonnettes en fer V' qui descendent jusqu'aux oreilles venues de fonte avec la partie supérieure des cylindres, afin de servir de guides aux traverses Q au milieu desquelles sont attachées les tiges des pistons. Ces traverses sont à cet effet assemblées avec des douilles cylindriques Q' (fig. 10) qui glissent sur les colonnettes pendant la marche ascensionnelle et descensionnelle du piston. Ce mode de guides ou de directrices qui est

souvent employé dans les machines à haute pression, simplifie beaucoup la construction de la machine en évitant les pièces compliquées du parallélogramme.

VOLANT ET ENGRENAGE. — Par cela même qu'on peut réduire de beaucoup les dimensions du volant dans un tel appareil, il est extrêmement facile de placer sur l'arbre moteur T une roue dentée U qui fait à la fois l'office de volant et d'engrenage propre à transmettre son mouvement de rotation aux arbres de commande de l'usine. Déjà plusieurs constructeurs avaient proposé et mis à exécution des volants dentés; seulement, quand ces volants sont d'une grande puissance, et, par suite, d'un fort poids et d'un grand diamètre, la jante devient très-épaisse et ils exigent beaucoup de précaution dans la construction et dans le montage pour tourner suffisamment rond à la circonférence qui reçoit la denture; à cause de ces difficultés, souvent on préfère appliquer un engrenage séparé. Pour des machines de petite force, et dans lesquelles on peut transmettre le mouvement par une poulie, il est bien plus facile de faire le volant et la poulie d'une seule pièce ou solidaires, d'autant plus que les dimensions en sont toujours beaucoup plus restreintes.

POMPE A AIR ET CONDENSEUR. — La pompe à air, que l'on voit en coupe sur les fig. 1 et 2, ne présente pas de particularités par rapport à celles des machines précédemment décrites. Elle se compose d'un corps de pompe H, renfermant un piston à jours I, surmonté d'un clapet circulaire *d*, et attaché à la tige verticale *n*, laquelle est assemblée à charnière avec la grande tringle *n'*, qui se termine par un collier pour embrasser l'excentrique circulaire *o* fixé sur l'arbre de couche T. Ainsi, dans la rotation continue de cet excentrique, la tringle communique au piston un mouvement rectiligne alternatif, pendant lequel il aspire l'eau de condensation contenue dans la capacité en fonte J, et refoule cette eau dans la cuvette de décharge H', qui est appliquée à la partie supérieure et sur le côté du corps de pompe. Un clapet de retenue *d'* (fig. 2) est appliqué à l'intérieur de cette cuvette, et un clapet d'aspiration d^2 de forme circulaire est également appliqué à la base inférieure de la pompe. Ce clapet s'ouvre pendant l'ascension du piston et se ferme pendant sa descente.

Le condenseur se distingue de celui des autres machines en ce qu'il ne présente pas seulement une capacité J ou vase ordinaire en fonte sur lequel on boulonne la pompe à air, mais encore un autre vase J' dans lequel sont renfermés une grande quantité de tubes verticaux *j*. Cette disposition a pour objet d'augmenter notablement les surfaces de refroidissement en forçant la vapeur qui sort du grand cylindre par le tuyau G à se diviser dans toute la série de ces petits tubes qui sont complétement entourés d'eau froide.

La pompe alimentaire K est aussi construite comme les pompes foulantes ordinaires, et son piston plein *p* (fig. 1re), attaché par articulation à la partie inférieure de la grande tringle n^2, est mû comme celui de la pompe à air par un excentrique circulaire *o'*. Cette pompe puise naturellement

l'eau qu'elle doit envoyer à la chaudière dans la cuvette de décharge H'.

DISTRIBUTION DE VAPEUR. — Quant à la distribution de la vapeur aux cylindres, les constructeurs se sont arrangés pour appliquer une commande spéciale à chaque tiroir et donner aux orifices d'introduction et de sortie des dimensions très-grandes pour permettre d'obtenir l'avance désirable en marchant par des excentriques circulaires.

La boîte de distribution E, appliquée contre le petit cylindre A (fig. 1re), renferme le tiroir E' dont les côtés présentent de larges surfaces, c'est-à-dire forment de grands recouvrements par rapport aux orifices ou aux lumières *a*, *a'*, dont l'une communique avec la partie supérieure et l'autre avec la partie inférieure du cylindre. La tige *v* de ce tiroir se relie au-dessus de sa boîte à étoupe *i'* à la fourchette qui termine la partie inférieure du tirant d'excentrique *u*, lequel forme collier à son extrémité supérieure pour embrasser la gorge de l'excentrique *s*, de forme circulaire. Le centre de cet excentrique se trouve sur une ligne qui fait avec le rayon de la manivelle O un certain angle, comme on peut le voir par le tracé (fig. 3e), sur lequel la verticale O *r* représente la position de la manivelle correspondante à l'extrémité de la course du piston, et la ligne oblique O *s*, représente la position du centre de l'excentrique.

Le mécanisme de distribution du grand cylindre est disposé de la même manière ; ainsi la grande boîte F, appliquée contre le côté de ce cylindre, renferme le tiroir F', qui ouvre et ferme alternativement les lumières *c*, *c'* communiquant avec le haut et le bas du cylindre. La tige verticale *v'* de ce tiroir est aussi reliée à la fourchette du tirant d'excentrique *u'*, dont le collier supérieur embrasse la gorge circulaire de l'excentrique *t*. Les recouvrements du tiroir F' sont également très-larges, mais cependant proportionnellement moindres, par rapport aux orifices d'introduction *c*, *c'*, que ceux du tiroir E' par rapport à ses orifices *a* et *a'*. On peut, du reste, juger de la dimension de ces tiroirs et de leurs recouvrements sur les détails (fig. 6 et 7) dans lesquels nous avons supposé les deux tiroirs rapprochés l'un près de l'autre et dans des positions relatives, correspondant aux extrémités de la course des pistons.

La fig. 4e montre aussi la position du centre de l'excentrique *t* par rapport à la manivelle O' qui reçoit le mouvement du piston P' (fig. 1re); et la fig. 5 est un tracé géométrique qui indique, d'une part, les positions respectives du tiroir de distribution E', par rapport à celle du piston P du petit cylindre A, et de l'autre, la courbe correspondante aux diverses positions du grand tiroir F', par rapport à celles du piston P' du grand cylindre. Nous avons déjà indiqué précédemment et particulièrement, dans le IIIe volume, les constructions géométriques nécessaires pour obtenir exactement ces courbes qui font bien voir la marche des tiroirs; nous ne croyons donc pas nécessaire d'y revenir. Les chiffres et les lignes indiquées sur les figures doivent suffire pour aider à se rappeler ces sortes d'opérations.

Nous avons dit que les manivelles O et O′ sont placées de manière à former entre elles un certain angle pour éviter que les pistons ne se trouvent ensemble à l'extrémité de la course; les constructeurs les disposent en effet de manière que l'une, celle du petit cylindre par exemple, étant verticale et correspondant à l'extrémité supérieure de la course, l'autre, celle du grand cylindre, fait avec cette ligne verticale un angle de 22 degrés environ, mais correspondant à la position inférieure de la course de son piston, ou si l'on veut, l'angle véritable des deux rayons de manivelles est de 158°. On peut juger aisément alors de l'effet que présentent respectivement les deux pistons P et P′, dans leurs positions successives, par les tracés géométriques (fig. 8 et 9).

Ainsi (dans la fig. 8), après avoir décrit un cercle du centre O avec le rayon O *o′* égal à celui des manivelles, on indique sur la circonférence de ce cercle les positions successives 1, 2, 3, 4, etc. de la manivelle O, et celles 1′, 2′, 3′, 4′, etc. de la manivelle O′; on trouve alors sur la ligne verticale O M de 0″ à 8″ les positions correspondantes du petit piston P et et de même celles du grand piston P′. Il en résulte que si l'on développe en ligne droite la circonférence décrite par les manivelles comme on l'a supposé sur la figure 9, et qu'après y avoir reporté les divisions 1, 2, 3, 4, etc., on trace de ces points une suite de lignes horizontales sur lesquelles on porterait successivement les distances qui expriment les espaces parcourus par le petit piston, on formera la courbe 0^2 1^2 2^2 3^2 4^2 etc., qui exprimera exactement les positions de ce piston et par suite ses vitesses relatives, lesquelles vont, comme on le voit, en augmentant jusque vers le milieu de la course et décroissent au contraire de la moitié jusqu'à la fin.

Il en est de même pour le grand piston P′ dont nous avons indiqué également les vitesses respectives par la courbe 1^3 2^3 3^3 4^3 5^3 6^3 qui est déterminée de la même manière.

De ce tracé, on peut aisément conclure la vitesse moyenne de chacun des deux pistons et reconnaître que l'avance de 22°, suffisante pour que leurs points morts ne se trouvent pas ensemble, est très-convenable et ne peut empêcher que la distribution ne s'effectue parfaitement bien d'un cylindre à l'autre.

Régulateur a air. — Il nous resterait encore à parler du régulateur appliqué à la machine pour régler l'entrée de vapeur au petit cylindre, mais comme ce régulateur n'est autre que celui de M. Molinié dont nous avons donné la description et le dessin détaillés dans le Ier volume, il est inutile d'y revenir. Disons toutefois que cet appareil exploité aujourd'hui par la maison d'Auriol est modifié dans sa construction; ainsi, on le fait complétement en métal, soit avec la pompe à air motrice placée verticalement, soit avec cette pompe disposée horizontalement comme on le voit en Z sur les fig. 1 et 2. Dans ce cas, le réservoir Y qui renferme le disque mobile est placé à cheval sur la pompe, et le piston de celle-ci est

mû par un petit arbre coudé x dont l'extrémité porte une poulie y qui est commandée par celle correspondante y', montée sur l'arbre de couche moteur. La tige verticale z du plateau mobile, et qui, comme on le sait, est chargée d'un contre-poids, communique à l'équerre ou au levier coudé adapté à l'axe de la valve ou soupape d'admission appliquée sur le tuyau qui amène la vapeur de la chaudière au petit cylindre A, et qu'il fait ouvrir ou fermer plus ou moins, comme on sait, suivant la vitesse de la machine. Les constructeurs se sont entendus avec les propriétaires, MM. d'Auriol et Cie, pour l'application de ces régulateurs sur tous leurs appareils.

Disons, en terminant, que ce système de machines à cylindres séparés prend, depuis deux ou trois ans surtout, une très-grande extension; MM. Lagavrian et Farinaux en ont livré déjà un nombre considérable dont la puissance totale s'élève à près de douze cents chevaux.

CALCULS ET DONNÉES PRATIQUES

RELATIVES AUX MACHINES A DEUX CYLINDRES.

Si l'on veut bien se reporter aux règles simples et aux tables que nous avons données dans les Ier et IIe volumes de ce Recueil, au sujet des machines à vapeur avec et sans détente, il sera facile de déterminer les dimensions principales des machines dites à deux cylindres.

Toutefois, pour diminuer le travail autant que possible, nous donnons ci-après des tables qui résument, du moins en grande partie, les dimensions qu'il importe surtout d'arrêter en pratique, lorsqu'on s'occupe de la construction spéciale de ces machines.

Comme on l'a vu par la description qui précède, les appareils sont susceptibles d'être établis sur deux dispositions différentes, la première, à balancier, du système de Woolff proprement dit, et dans laquelle la course et par suite la vitesse du petit piston sont plus faibles que celles du grand; la seconde, à directrices, ou oscillant, dans laquelle la course et la vitesse des deux pistons sont égales.

Nous admettons d'ailleurs, comme on le fait assez généralement aujourd'hui, que la vapeur commence à se détendre déjà dans le petit cylindre, avant de passer au grand, c'est-à-dire que l'admission de la vapeur se fasse seulement pendant les deux tiers environ de la course du piston dans le premier, et qu'elle soit interceptée pendant le dernier tiers; de sorte qu'en supposant que le volume engendré par le piston du grand cylindre, soit égal, en moyenne, à 4, 5 fois celui engendré par le piston du petit cylindre, on a réellement une détente de 6,75 ou près de 7 fois le volume primitif. Et avec l'application d'un mécanisme de détente variable, on peut augmenter ces rapports dans de bien plus grandes limites.

Nous extrayons de l'*Aide-mémoire* de M. Morin la table suivante, qui donne les diamètres, la course et la vitesse des pistons des machines à deux cylindres, avec les pressions de 3 1/2, 4 et 4 1/2 atmosphères.

TABLE DES DIMENSIONS DES MACHINES A DEUX CYLINDRES, A MOYENNE PRESSION, DÉTENTE ET CONDENSATION, DU SYSTÈME DE WOOLFF.

FORCE NOMINALE.	VITESSES		COURSES		DIAMÈTRES CORRESPONDANTS AUX PRESSIONS						NOMBRE DE TOURS du volant par minute.
					de 4 atm. 50		de 4 atm.		de 3 atm. 50		
	Du grand piston en centimètres.	Du petit piston en centimètres.	Du grand piston en centimètres.	Du petit piston en centimètres.	Petit cylindre en centimètres.	Grand cylindre en centimètres.	Petit cylindre en centimètres.	Grand cylindre en centimètres.	Petit cylindre en centimètres.	Grand cylindre en centimètres.	
4	90	67.5	90	67.5	14.	28.4	15.8	28.6	17.4	29.6	30
6	90	67.5	90	67.5	17.7	34.2	19.2	35.	21.1	35.8	30
8	100	75.	100	75.0	19.2	37.1	20.9	38.2	22.9	38.9	30
10	100	75.	100	75.0	21.4	41.4	23.2	42.3	25.4	43.2	30
12	100	75.	110	82.5	23.2	44.8	25.1	45.8	27.6	46.9	27.3
14	100	75.	110	82.5	24.8	48.	26.9	49.1	29.5	50.2	27.3
16	100	75.	120	90.	26.3	50.9	28.5	52.	31.3	53.1	27.5
18	110	82.5	120	90.	26.5	51.3	28.6	52.1	31.4	53.5	27.5
20	110	82.5	130	97.5	27.6	53.4	29.9	54.5	32.8	53.8	25.4
22	110	82.5	130	97.5	28.7	55.5	31.1	56.7	34.2	58.1	25.4
24	110	82.5	130	97.5	29.7	57.5	32.2	58.7	35.4	60.1	25.4
26	115	86.5	145	109.	30.	58.	32.5	59.3	35.7	60.7	25.8
28	115	86.5	145	109.	30.9	59.9	33.5	61.1	36.8	62.5	25.8
30	115	86.5	160	120.	31.8	61.5	34.5	63.0	37.8	64.2	21.6
36	115	86.5	160	120.	34.2	66.1	36.9	67.3	40.5	68.8	21.6
40	125	93.8	170	127.5	34.	65.8	36.8	67.2	40.4	68.6	22.1
45	125	93.8	170	127.5	36.	69.6	39.0	71.1	42.8	72.7	22.1
50	125	93.8	180	135.0	38.	73.5	41.1	75.	45.2	76.9	20.8
60	125	93.8	180	135.0	41.6	80.5	45.0	82.1	49.4	84.0	20.8
70	130	97.5	200	150.	44.	85.	47.7	87.0	52.4	89.0	19.5
80	130	97.5	200	150.	47.	91.	51.0	93.0	56.	95.3	19.5
90	130	97.5	210	157.5	50.	96.8	54.1	98.7	59.4	101.0	18.6
100	130	97.5	210	157.5	52.6	103.2	57.0	104.0	62.6	106.5	18.6
110	130	97.5	210	157.5	55.2	107.	59.8	109.0	65.6	111.3	18.6
120	130	97.5	210	157.5	57.7	111.5	62.4	114.0	68.5	116.3	18.6
130	130	97.5	210	157.5	60.	116.	65.0	118.5	71.3	121.0	18.6

Pour établir cette table, M. Morin admet les relations suivantes entre le diamètre D′ du grand piston et celui D du petit piston :

D′ = 1,935. D pour une pression de 4 atm. 50 dans la chaudière.
D′ = 1,825. D — 4 00 —
D′ = 1,700. D — 3 50 —

Les axes des cylindres sont dans le plan du balancier, le petit étant le plus rapproché du centre de celui-ci. Les distances de ces axes au centre sont supposées dans le rapport de 3 à 4. Dans la construction, on peut être amené à modifier cette distance, pour que les cylindres ne se gênent pas (surtout lorsqu'ils ont des enveloppes), tout étant le plus près possible l'un de l'autre.

M. Morin, en calculant cette table, a cherché à se rapprocher le plus possible des données pratiques adoptées pour les machines de Watt, en fixant la course et la vitesse du grand piston comme celles des cylindres à basse pression ; c'est-à-dire plus faibles et inférieures à 1 mètre pour les petites forces, mais plus grandes pour les fortes puissances. Nous ferons voir plus loin, que dans certains cas, les constructeurs s'éloignent assez sensiblement de ces données par motif d'économie ou par toute autre cause.

C'est surtout dans les machines à deux cylindres qu'il est convenable de marcher avec une grande expansion, parce que l'irrégularité du mouvement est toujours beaucoup moins considérable que dans celles à un seul cylindre. Ainsi, pour arriver à une économie notable de combustible, M. Farcot, M. E. Bourdon, et plusieurs autres constructeurs, ont exécuté des appareils dans lesquels le volume de la détente est 10 à 12 fois celui de la pression pleine. Observons toutefois que ce n'est pas ordinairement à des détentes aussi élevées, que l'on règle les dimensions des machines pour la puissance nominale à laquelle elles sont vendues, parce qu'on serait amené à des proportions qui les rendraient d'un prix trop élevé.

Nous avons donné, au commencement du II[e] volume, une table très-intéressante faisant voir la quantité de travail produite par la vapeur à différentes pressions et à différentes détentes ; comme cette table est extrêmement commode pour le calcul de toutes les machines à expansion en général, nous croyons devoir la reproduire, mais sur une plus grande étendue et en poussant le degré de détente jusqu'à 50 et même 100 fois le volume primitif, afin de permettre de calculer avec la même facilité les dimensions des machines à grande comme à petite détente.

A l'aide de cette table (voir page suivante) il devient facile, nous le répétons, de calculer la force d'une machine à deux cylindres. La règle à suivre à ce sujet est exactement celle que nous avons exposée dans le II[e] volume, au sujet des machines à détente.

Cette règle consiste à *multiplier la surface du petit piston, par la partie de sa course, pendant laquelle il marche à pleine pression*, ce qui donne le volume de vapeur dépensée à chaque course ; *à multiplier ensuite ce volume par la quantité de travail correspondant, dans le tableau, au degré de pression de la vapeur et au degré de détente donné, puis à déduire de ce produit le travail résultant de la pression opposée au mouvement du piston, pendant la course entière*, on a alors la quantité de travail théorique produit pendant toute la course.

Pour les personnes qui ne sont pas abonnées à ce Recueil depuis l'origine, et qui ne seraient pas bien au courant sur le mode d'effectuer le calcul, nous faisons suivre la table de nouveaux exemples qui, nous l'espérons, seront bien compris.

TABLE DES QUANTITÉS DE TRAVAIL

PRODUITES SOUS DIFFÉRENTES DÉTENTES PAR 1 MÈTRE CUBE DE VAPEUR A DIVERSES TENSIONS.

VOLUME après la détente.	QUANTITÉ DE TRAVAIL CORRESPONDANTE POUR DES TENSIONS EN ATMOSPHÈRES DE							
	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5
mèt. cub.	kilog.mèt.	kilog.mèt.	kilog.mèt.	kilog.mèt.	kilog.mèt.	kilog.mèt.	kilog.mèt.	kilog.mèt.
1.00	10333	15500	20666	25833	31000	36165	41333	51666
1.05	10837	16255	21674	27082	32511	37929	43348	54185
1.10	11318	16977	22636	28295	33954	39613	45272	56590
1.20	12217	18325	24434	30542	36651	42759	48868	61085
1.25	12639	18958	25278	34597	37917	44236	50556	63195
1.50	14523	21784	29046	36257	43569	50830	58092	72617
1.60	15190	22785	30380	37975	45570	53165	60760	75950
1.70	15816	23724	31632	39540	47448	55356	63264	79080
1.75	16116	24474	32232	40290	48348	56406	64464	80580
1.80	16407	24610	32814	41017	49221	57424	65628	82035
1.90	16966	25449	33932	42415	50898	59361	67864	84830
2.00	17496	26244	34992	43740	52488	61236	69984	87480
2.10	18000	27000	36000	45000	54000	63000	72000	90000
2.20	18481	27721	36962	46202	55443	64683	73924	92405
2.25	18713	28069	37426	46782	56139	65495	74852	93565
2.40	19380	29070	38760	48450	58140	67830	77520	96900
2.50	19802	29703	39604	49505	59406	69307	79200	99010
2.60	20207	30310	40414	50517	60621	70724	80828	101035
2.80	20973	31459	41946	52432	62919	73405	83892	104865
3.00	21686	32529	43372	54215	65058	75901	86744	108430
3.25	22513	33769	45026	56282	67539	78795	90052	112565
3 50	23279	34918	46558	58197	69837	81476	93116	116395
3.75	23992	35988	47984	59980	71976	83972	95968	119960
4.00	24658	36987	49316	61645	73974	86303	98632	123290
4.25	25283	37927	50370	63212	75855	88497	101140	126425
6.50	25875	38812	51750	64687	77625	90562	103500	129375
4.75	26434	39651	52868	66085	79302	92519	105736	132170
5.00	26964	40446	53928	67410	80892	94374	107856	134820
5.25	27467	41200	54934	68667	82401	96134	109868	137335
5.50	27949	41923	55898	69872	83847	97821	111796	139745
5.75	28408	42612	56816	71020	85224	99428	113632	142040
6.00	28848	43272	57696	72120	86544	100968	115392	144240
6.25	29270	43905	58540	73175	87810	102445	117080	146350
6.50	29675	44512	59350	74187	89025	103862	118700	148375
6.75	30065	45097	60130	75162	90195	105227	120260	150325
7.00	30441	45661	60882	76102	91323	106543	121764	152205
7.25	30804	46206	61608	77010	92412	107814	123216	154020
7.50	31154	46731	62308	77885	93462	109039	124616	155770
7.75	31493	47239	62986	78732	94479	110225	125972	157465
8.00	31820	47730	63640	79550	95460	111370	127280	159100
8.25	32139	48208	64278	80347	96417	112486	128556	160695
8.50	32447	48670	64894	81117	97341	113564	129788	162235
8.75	32747	49120	65494	81867	98241	113614	130988	163735
9.00	33038	49557	66076	82595	99114	115633	132152	165190
9.25	33321	49981	66612	83302	99963	116623	133284	166605
9.50	33597	50395	67194	83992	100791	117589	134388	167985
9.75	33865	50797	67730	84662	101595	118527	135460	169325
10.00	34127	51190	68254	85317	102384	119444	136508	170635
15.00	38317	57475	76634	85792	114954	134109	153268	191585
20.00	41289	61933	82578	103222	123867	144511	165156	206445
25.00	43595	65392	87190	108987	130785	152582	174380	217975
50.00	50758	76137	101516	126895	152274	177653	203032	253790
100.00	57920	86880	115840	144800	173760	202720	231680	289600

PREMIER EXEMPLE.

Supposons une machine à vapeur à deux cylindres, marchant à la pression de quatre atmosphères, avec un commencement de détente dans le petit cylindre, à partir des deux tiers de la course,

Soient *d* le diamètre du petit cylindre$=0^{m}251=25^{c.}1$,

et D, celui du grand cylindre$=0^{m}458=45^{c.}8$.

Soient aussi *c*, la course du petit piston$=0^{m}825$,

et C, celle du grand piston$=1^{m}10$.

Soit enfin *n*, le nombre de révolutions de l'arbre moteur par minute=27,5.

De ces données, il résulte :

1° Que la surface *s* du petit piston$=25,1^2\times0,7854=494^{c.q.}81=0^{m.q.}04948$, et celle S du grand piston$=45,8^2\times0,7854=1647,49=0^{m.q.}164749$;

2° Que le volume engendré par le petit piston à chaque course entière est de

$$0^{m.q.}04948\times0,825=0^{m.c.}04082$$

ou environ 41 litres.

Par conséquent le volume de vapeur dépensée, lorsqu'on ne marche à pleine pression que pendant les deux tiers de la course, est de

$$0,04082\times\frac{2}{3}=0^{m.c.}02721\,;$$

3° Que le volume engendré par le grand piston est égal à

$$0^{m.q.}164749\times1^{m}10=0^{m.c.}18122.$$

Donc le rapport entre le volume de vapeur admise à la pression de quatre atmosphères dans le petit cylindre, et celui engendré par le grand piston, est de

$$\frac{0,02721}{0,18122}=0,15$$

Soit 1 à 6,66.

On trouve d'après la table précédente que la quantité de travail d'un mètre cube de vapeur à la pression de quatre atmosphères,

avec une détente de 6,50 est de 118700 kilogrammètres,

et avec une détente de 6,75 est de 120260.

Par suite celle correspondante à la détente de 6,66

est égale à très-peu près à 119600 kilogrammètres.

Par conséquent pour le volume $0^{m.c.}02721$

on a : $0,02721\times119600^{k.m.}=3254$ kilogrammètres.

De cette quantité de travail nous avons à déduire la pression opposée à la marche du grand piston, laquelle résulte du défaut de vide qui n'est jamais fait d'une manière complète, et que l'on estime habituellement, au maximum, de $0^{k.}15$ par cent. quarré,

soit, alors de $0^{k.}15 \times 1647^{c.\ q.}49 = 247^{k.}12$,

et par suite $247,12 \times 1^{m}10 = 271,84$ kilogrammètres,

à déduire de 3254 kilogrammètres,

ce qui donne, en résumé,

$3254 - 271,84 = 2982$ kilogrammètres,

pour le travail total à chaque coup simple de piston.

Puisque l'arbre de la machine fait 27,5 révolutions par minute, ce qui correspond à 55 coups de piston dans le même temps,

on a donc : $2982 \times 55 = 164010$ kilogrammètres par $'$,

et comme la force d'un cheval vapeur est égale à $75^{k.\ m.} \times 60 = 4500^{k.\ m}$,

le travail théorique en chevaux est donc $= \frac{164010}{4500} = 36^{chev.}4$.

En admettant, comme cela doit être pour les machines en bon état d'entretien, que le travail effectif à l'arbre du volant soit seulement égal aux $4/10^{e}$ de ce travail théorique des pistons (1), on a encore pour cette puissance $36,4 \times 0,4 = 14^{ch.}56$,

soit plus de 14 chevaux.

Or, en donnant, comme on l'a vu dans la table précédente de M. Morin, les dimensions ci-dessus pour la force de 12 chevaux seulement, on voit que le constructeur ne peut se trouver en défaut, puisque les dimensions correspondent à une puissance sensiblement plus considérable.

DEUXIÈME EXEMPLE.

La machine à balancier et à deux cylindres, construite par M. Farcot, pour le dépotoir de Bondy, a les dimensions suivantes :

d. Diamètre du petit cylindre $= 0^{m}42$;
d'où *s*. Surface de son piston $= 0^{m.\ q.}1385$;
c. Course de ce piston $= 0^{m}75$;
D. Diamètre du grand cylindre $= 0^{m}60$;
et par suite S. Surface de son piston $= 0^{m.\ q.}2827$;
C. Course de ce piston $= 1^{m}30$.

La pression de la vapeur arrivant dans le petit cylindre, lorsque la ma-

(1) Ce rapport s'élève aux 5 ;/100 et même aux 60/100 dans les machines plus puissantes et parfaitement entretenues.

chine a été essayée, était de $4^{atm.}5$, et le nombre de révolutions de l'arbre de couche était de $26^{t.}71$. Par conséquent la vitesse moyenne du grand piston était

$$V = 1^{m}30 \times 2 \times 26{,}71 = 69^{m}446 \text{ par } 1',$$

$$\text{ou } V = \frac{69{,}446}{60} = 1^{m}159 \text{ par } 1'',$$

et celle du petit piston était

$$v = 0{,}75 \times 2 \times 26{,}71 = 40^{m}065 \text{ par } 1',$$

$$\text{ou } v = \frac{40{,}065}{60} = 0^{m}667 \text{ par } 1''.$$

Le rapport entre les surfaces des deux pistons $= \frac{1385}{2827}$

soit environ 1 à 2.

Le volume engendré par le petit piston à chaque course est égal à

$$0^{m.q.}1385 \times 0{,}75 = 0^{m.c.}103875.$$

Celui engendré par le grand piston est de

$$0^{m.q.}2827 \times 1{,}30 = 0^{m.c.}36751.$$

Par conséquent le rapport entre le volume du grand cylindre et celui du petit est

$$\frac{0{,}36751}{0{,}103875} = 3{,}53 \text{ à } 1.$$

Si l'on suppose que la détente dans le petit cylindre soit déjà de 2,55 fois le volume de la vapeur admise, à chaque coup de piston (1), le rapport entre ce volume et celui obtenu après la détente totale, à la fin de la course du grand piston, deviendra

$$1 \text{ à } 2{,}55 \times 3{,}53 = 1 \text{ à } 9.$$

Comme, d'après la table précédente, le travail de la vapeur, à la détente et à la pression de $4^{atm.}5$, est égal à 148600 kilogrammètres environ,

Dans ce cas, le volume de vapeur dépensé, à chaque coup simple, n'étant que de

$$\frac{0{,}103875}{2{,}55} = 0^{m.c.}04074.$$

On trouve alors que la quantité de travail produite par les deux pistons est de

$$0^{m.c.}04074 \times 148600 = 6050 \text{ kilogrammètres.}$$

En déduisant de ce travail celui de la contre-pression sur le grand piston

(1) D'après le diagramme obtenu à l'indicateur de pression, la détente dans le petit cylindre était plus considérable, l'admission de la vapeur n'avait lieu que pendant le 1/5 ou le 1/6 de la course au plus. Au reste, comme le constructeur avait appliqué une distribution variable, on pouvait changer le degré de détente à volonté.

résultant du défaut de vide, et que nous supposons de $0^{k.}15$ par centimètre quarré,

soit de $2827 \times 0,15 \times 1^{m}30 = 551,3$ kilogrammètres,

il reste pour le travail théorique effectif des pistons à chaque coup simple

$6050 - 551,3 = 5498^{km.}7$,

et par minute

$5498,7 \times 2 \times 26,71 = 293740^{km.}$,

soit $293740 : 4500 = 65$ chevaux.

Les 50/100 représenteraient en effet utile $32^{chev.}5$.

Avec une détente plus grande, la force obtenue au frein, dans les expériences faites par M. Lechatelier, expériences qui ont duré près de dix heures consécutives,

a été de $30^{chev.}55$.

Avec ce résultat, la quantité de charbon consommée par force de cheval et par heure a été de $1^{kil.}32$;

L'eau évaporée par kilogramme de houille, de $7^{kil.}45$;

Et le travail disponible sur l'arbre de couche, dû à $1^{kil.}$ d'eau dépensée, de 27,370 kilogrammètres.

TROISIÈME EXEMPLE.

La machine à double cylindre de MM. Legavrian et Farinaux, qui ont concouru en 1849 pour le prix de 10,000 francs proposé par la Société d'Encouragement, est établie dans les conditions suivantes :

d. Diamètre du petit cylindre $= 0^{m}34$ et $s = 0^{m.q.}0908$;

D. Diamètre du grand cylindre $= 0^{m}68$ et $S = 0^{m.q.}3632$;

$c = C$. Course égale des deux pistons $= 0^{m}92$;

Et par suite le rapport entre le volume du petit cylindre et celui du grand est de 1 à 4.

La tension de la vapeur dans la chaudière était, aux essais, de 4 à 5 atmosphères,

Soit une pression effective sur le petit piston de $4^{k.}132$ par cent. quarré.

Le nombre de révolutions de l'arbre de couche, par minute, a varié dans les expériences de 35 à 40.

Si l'on admet que la détente ait commencé dans le petit cylindre à moitié de la course, on a pour le rapport entre le volume de vapeur dépensé à chaque coup, et le volume total engendré par les deux pistons

$1/2$ à $4 = 1$ à 8.

Or, le travail d'un mètre cube de vapeur, à ce degré de détente et à la pression de quatre atmosphères, d'après le tableau précédent, est égal à

127280 kilogrammètres.

Le volume de vapeur dépensé à chaque coup par le petit cylindre étant de

$0^{m}0908 \times 0,92 \times 0,50 = 0^{m.c.}0418,$

donc le travail produit par les deux pistons est

$127280 \times 0,0418 = 5320,$

d'où en déduisant, pour la contre-pression, $0^{k.}15$ par centimètre quarré,

ou $0,15 \times 0,3622 \times 0^{m}92 = 500$ kilogrammètres,

il reste $5320 - 500 = 4820$ kilogrammètres par coup de piston,

et par minute, en admettant 37,5 révolutions,

$4820 \times 37,5 \times 2 = 361500$ kilogrammètres,

ou $\frac{361500}{4500} = 80,33^{chev.}$ pour le travail théorique de la vapeur sur les deux pistons.

Dans une première expérience de neuf heures 20′, la machine marchant avec une grande détente et à une vitesse moyenne de 37,5 révolutions par minute, a donné au frein sur l'arbre de couche, une puissance effective de $32^{chev.}3$, et dans une seconde expérience qui a duré dix heures, la machine fonctionnant avec une vitesse de près de quarante tours par 1′ ($39^{t.}9/10$) a donné $39^{chev.}1/3$.

La quantité de houille consommée par heure et par cheval a été

dans le premier cas, de $1^{k.}323$,

et dans le second, de $1^{k.}261$.

L'eau évaporée par kilogramme de houille : 1° de $8^{k.}06$,

et 2° de $6^{k.}324$.

Et enfin, le travail disponible sur l'arbre de couche, dû à un kilog. d'eau dépensée :

1° de 25,328,

et 2° de 33,851.

On sait que les constructeurs de cette machine ont partagé avec M. Farcot le prix de 10,000 francs de la Société d'Encouragement.

DONNÉES RELATIVES AUX DIMENSIONS PRINCIPALES DE PLUSIEURS MACHINES EXISTANTES.

Machine à deux cylindres, construite par M. Edwards, pour la force nominale de 30 *chevaux.*

d, diamètre du petit cyl. = 0^{m} 35	D, diam. du grand cyl. = 0^{m} 57
c, course de son piston. = 1^{m} 23	C, course de son piston. = 1^{m} 60
s, surface dudit. . . . . = $0^{mq}0962$	S, surface de ce piston. = $0^{mq}2552$

v, volume engendré par le petit piston = $0^{mc}1173$. V, volume engendré par le grand piston.

Par conséquent le rapport entre ces deux volumes est de 1 à 3,75.

n, nombre de révolutions par $1' = 19$.

La pression de la vapeur dans la chaudière étant de 3,5 atmosphères.

En admettant qu'il n'y ait pas de détente dans le petit cylindre, on trouve

78 chevaux bruts, ce qui correspond à 39 chevaux effectifs, avec 5/10 d'effet utile.

Machines à deux cylindres construites par M. Parpaite-Braconnier, à Sedan, pour la force nominale de 20 chevaux.

1re $d = 0^m\ 28$	2e $d = 0^m\ 31$
$s = 0^{mq}\ 061575$	$s = 0^{mq}\ 0755$
$c = 0^m\ 90$	$c = 0^m\ 90$
$D = 0^m\ 52$	$D = 0^m\ 55$
$S = 0^m\ 212371$	$S = 0^m\ 2376$
$C = 1,\ 218$	$C = 0^m\ 90$

La première machine a été construite pour marcher à la pression moyenne de 3 1/2 atmosphères, avec une vitesse normale de 25 révolutions par minute. La détente se fait dans le petit cylindre vers les 3/4 de la course.

Elle a toujours donné une puissance plus considérable que sa force nominative.

La seconde machine, marchant à la pression de 4 atmosphères, avec une détente de cinq fois le volume de vapeur dépensée par coup de piston, a donné au frein un effet utile de 30,64 chevaux.

La machine horizontale à deux cylindres, dont nous avons fixé les dimensions, pour M. Ronnet, a :

$$d = 0^m 260 \text{ d'où } s = 530^{cq}.$$
$$D = 0^m 500 \text{ d'où } S = 1963^{cq}.$$

La course des deux pistons est la même et $= 0^m 860$ millim.

La détente dans le petit cylindre commence vers les 3/4 de la course, et en marchant à la vitesse de 32 révolutions par minute, avec la pression de 4 atmosphères, elle fournit une puissance effective sensiblement supérieure à celle de 12 chevaux pour laquelle elle a été construite.

On vient de voir, par les exemples qui précèdent, combien il est facile de déterminer à l'aide de la table, le travail produit par la vapeur sur les pistons d'une machine à deux cylindres, et réciproquement de calculer par suite les dimensions à donner à ceux-ci, suivant la puissance que l'on voudrait obtenir, les différentes conditions de vitesse, de pression et de détente, soit en supposant que la course des deux pistons soit inégale, comme dans les machines à balancier de Woolf, de M. Farcot, de M. Nillus, de M. Moulfarine, ou d'autres constructeurs, MM. Lacroix, Hall Powel et Scott, Boyer, Gilain, etc., soit au contraire dans l'hypothèse où la course est égale comme celle des machines à cylindres séparés, de MM. Legavrian et Farinaux, ou à cylindres oscillants ou à cylindres réunis avec directrices, ou encore à cylindres horizontaux.

Pour compléter ce que nous avons dit à ce sujet, nous croyons devoir donner les deux tables suivantes relatives aux dimensions des cylindres à égale course, dont les applications sont susceptibles de se répandre de plus en plus.

TABLE

Des dimensions principales des machines à vapeur à deux cylindres à condensation et à détente variable,

La pression de la vapeur arrivant dans le petit cylindre à 4 atmosphères, et la course des deux pistons étant égale.

Force nominale en chevaux de 75km par 1''.	Diamètre du petit piston en centimètres.	Surface de ce piston en centimètres quarrés.	Surface par cheval en centimètres quarrés.	Course des deux pistons en mètres.	Nombre de révolutions de l'arbre par minute.	Surface parcourue par les pistons en mètres par 1''.	Volume engendré par le petit piston à chaque course en mètres cubes.
4	13.5	143	36	0.75	36.	0.90	0.011
5	15.0	177	36	0.75	36.	0.90	0.013
6	16.4	211	35	0.75	36.	0.90	0.016
8	18.1	257	32	0.90	33.3	1.00	0.023
10	20.0	314	31	9.90	33.3	1.00	0.028
12	21.7	370	31	0.90	33.3	1.00	0.033
14	23.4	430	31	1.00	30.	1.00	0.043
16	24.2	460	29	1.00	30.	1.00	0.046
18	24.5	471	26	1.10	50.	1.10	0.052
20	25.8	523	26	1.10	30.	1.10	0.057
24	27.8	607	25	1.10	30.	1.10	0.067
30	29.8	697	23	1.20	28.75	1.15	0.084
35	31.3	769	22	1.20	28.75	1.15	0.092
40	32.4	824	21	1.30	28.	1.20	0.107
45	34.3	924	21	1.30	28.	1.20	0.120
50	35.5	990	20	1.40	26.8	1.25	0.139
55	37.2	1087	20	1.40	26.8	1.25	0.152
60	38.8	1182	20	1.30	25	1.25	0.177
65	40.4	1282	20	1.50	25	1.25	0.192
70	41.2	1333	19	1.60	24.4	1.30	0.213
75	42.6	1425	19	1.60	24.4	1.30	0.228
80	44.0	1520	19	1.70	22.9	1.30	0.258
90	46.7	1713	19	1.70	22.9	1.30	0.291
100	49.2	1901	19	1.80	21.8	1.30	0.342
110	51.6	2091	19	1.80	21.8	1.30	0.376
120	54.0	2290	19	1.80	21.8	1.30	0.412
130	56	2463	19	1.80	21.8	1.30	0.443
140	58	2642	19	1.80	21.8	1.30	0.476
150	60	2827	19	1.80	21.8	1.30	0.509

Observation. Si la machine est calculée pour marcher à une pression autre que celle de quatre atmosphères indiquée ci-dessus, on devra multiplier la surface des pistons par le rapport inverse de ces pressions.

Ainsi pour 3 atmosphères on multipliera par 4/3 = 1,333.

—	3,50	—	—	4/3,5 = 1,143.
—	4,50	—	—	4/4,5 = 0,889.
—	5	—	—	4/5 = 0,800.

Exemple. Soit une machine de 20 chevaux devant fonctionner à 3 atmosphères,

on a pour le petit piston : $s = 523^{cq} \times 1,333 = 697^{cq} = \frac{\pi d^2}{4}$

d'où $d = \sqrt{697 \times 0,7854} = 29^{c}8$,

et pour le grand piston $S = 2333 \times 1,333 = 3110^{cq} = \frac{\pi D^2}{4}$

d'où $D = \sqrt{3110 \times 0,7854} = 62^{c}9$.

On suppose d'ailleurs que la vitesse de ce piston reste la même que celle indiquée.

TABLE

Des dimensions principales des machines à vapeur à deux cylindres à condensation et à détente variable,

La pression de la vapeur arrivant dans le petit cylindre à 4 atmosphères et la course des deux pistons étant égale.

Force nominale en chevaux de 75^{km} par 1'.	Diamètre du grand piston en centimètres.	Surface de ce piston en centimètres quarrés.	Surface par cheval en centimètres quarrés.	Volume engendré par ce piston à chaque coup en mètres cubes.	Diamètre du tuyau d'admission au petit cylindre en millimètres.	Diamètre du tuyau d'admission au grand cylindre en millimètres.	Poids de vapeur dépensé par 1' l'admission complète dans le petit cylindre.
4	28.6	642	161	0.048	30	57	1.66
5	32.0	804	161	0.060	32	64	1.96
6	35.0	962	160	0.072	36	70	2.41
8	38.2	1146	143	0.103	40	76	3.21
10	42.3	1405	140	0.126	44	85	3.92
12	45.8	1647	137	0.148	46	92	4.61
14	49.1	1893	135	0.189	52	98	5.41
16	51.8	2124	132	0.212	54	104	5.78
18	52.1	2132	118	0.234	55	105	6.54
20	54.5	2333	116	0.257	57	109	7.17
24	58.7	2706	113	0.298	62	117	8.43
30	63.0	3117	104	0.374	66	126	10.12
35	68.1	3642	104	0.437	68	134	11.09
40	69.7	3707	94	0.482	72	137	12.56
45	72.8	4162	93	0.541	76	146	14.09
50	75.0	4418	88	0.618	78	150	15.59
55	78.7	4860	88	0.680	82	157	17.09
60	82.1	5294	88	0.794	86	164	18.55
65	85.4	5728	88	0.859	89	171	20.12
70	88.7	6165	88	0.986	91	177	21.79
75	90.0	6362	86	1.018	94	180	23.32
80	93.0	6793	85	1.155	97	186	24.77
90	98.6	7636	85	1.298	103	197	27.93
100	104.0	8495	85	1.529	109	208	29.16
110	109.0	9331	85	1.680	114	218	34.36
120	114.0	10207	85	1.837	120	228	37.65
130	118.5	11029	85	1.985	124	237	48.48
140	119.5	11200	85	2.016	128	238	43.50
150	127.4	12750	85	2.295	133	247	46.51

OBSERVATION. Le poids de vapeur indiqué correspond au volume total du petit cylindre obtenu en multipliant le volume total engendré par son piston et exprimé en mètres cubes par le nombre de coups simples en 1', et par le poids d'un mètre cube de vapeur à la pression de 4 atmosphères $= 2^{k}096$. Pour la dépense d'eau évaporée, il faut ajouter à cette quantité au moins 1/10e pour les pertes, refroidissements, etc.

EXEMPLE. Pour la machine de 20 chevaux, le volume engendré par le petit piston étant de $0^{mc}057$ à chaque course, et le nombre de coups simples par 1' étant de $30 \times 2 = 60$,

on a $0{,}057 \times 60 \times 2^{k}096 = 7^{k}17$

pour le poids de vapeur correspondant, et avec le 1/10e,

la dépense de vapeur par 1' devient $= 8^{k}$ environ.

Rappelons que lorsque la pression de la vapeur est

à 3 atmosphères seulement, le poids du mètre cube $= 1^{k}611$.
à 3 1/2 — — $= 1^{k}855$
à 4 1 2 — — $= 2^{k}334$.
Et à 5 — — $= 2^{k}568$.

POIDS D'EAU A VAPORISER.

Nous avons donné, dans la dernière table qui précède, le poids de vapeur dépensé par minute, par le petit cylindre, en admettant que les machines marchent à pleine pression dans celui-ci pendant toute la course du piston.

Cette quantité est évidemment moindre lorsque l'on commence la détente, comme nous l'avons dit, dans ce cylindre, soit aux 3/4, soit aux 2/3, et même à la moitié de la course.

On doit donc considérer cette quantité comme moyenne, surtout si on y ajoute le 10e pour compenser les pertes, les refroidissements, etc. La dépense de vapeur pourrait alors s'élever à 20 ou 24 kilogrammes par heure et par force de cheval nominal, à la pression de 4 atmosphères ; mais la puissance effective serait évidemment plus grande que celle indiquée. La dépense se réduit à 10, 12, 15 ou 16 kilogrammes, au plus, en détendant à la 1/2, aux 2/3 ou aux 3/4 dans le petit cylindre, avant de passer au grand.

Il est prudent, dans la construction, pour les proportions à donner à la chaudière, d'une part, et pour celles des pompes à air et alimentaires, de l'autre, de compter sur une moyenne de dépense, afin de ne pas se trouver en défaut.

Par conséquent, si, comme on peut l'admettre sans crainte, d'une manière générale, on calcule qu'un kilogramme de bonne houille peut engendrer 6,5 kilog. à 7 kil. de vapeur, on pourra aisément déterminer les dimensions convenables à donner aux chaudières, qui, ainsi établies, d'après ce maximum, seront toujours en excès, et par conséquent se trouveront dans les conditions les plus favorables pour le manufacturier.

Les chaudières à bouilleurs, comme celles qui sont le plus généralement adoptées en France, peuvent produire 25 à 30 kilog. de vapeur, par mètre quarré de surface de chauffe et par heure. Par conséquent $0^{mq}50$ à $0^{mq}60$ par cheval doivent suffire pour les machines à deux cylindres dont les détentes ne consomment pas plus de 12 à 15 kilog. de vapeur par cheval et par heure. Il est évident qu'en comptant, comme le font les bons constructeurs, sur 1 mètre quarré par cheval, pour les machines au-dessus de 15 chevaux, et sur 1^m15 à 1^m25 pour celles inférieures à cette force, les chaudières présentent notablement plus de capacité qu'il n'est rigoureusement nécessaire, ce qui est tout à l'avantage du propriétaire de l'usine, puisqu'elles permettent de moins activer le feu, pour les maintenir en vapeur, de ne pas fatiguer le chauffeur, et de bien utiliser tout le combustible.

En publiant prochainement les divers systèmes de chaudières nous ferons voir leurs dispositions particulières, leur production, et leurs avantages.

Puisque d'après les dimensions données dans les tables précédentes, la

force nominale des machines est obtenue, en admettant seulement la vapeur dans le petit cylindre, pendant les deux tiers au plus de la course du piston, la dépense ne doit pas s'élever à plus de 9 à 15 kilogrammes par heure et par force de cheval, lorsque la machine est en bon état, et par suite, avec des fourneaux bien établis, la consommation de charbon peut être de 2 kilog. à 2k 20 par cheval et par heure. En travail courant, on ne droit pas consommer plus de 2k 50 dans les petites machines et plus de 2 kilog. dans les grandes.

Si l'on augmentait les dimensions des cylindres, de manière à permettre de marcher à des détentes plus considérables, et en prenant toutes les précautions, tous les soins désirables, dans la construction et dans l'entretien, on arriverait, comme M. Farcot et M. Legavrian, à ne dépenser que 1k 25 à 1k 50 au plus par cheval et par heure, en admettant un très-bon état d'entretien, et de la houille de bonne qualité.

DIMENSIONS DES ORIFICES D'INTRODUCTION.

La section du tuyau d'admission de la vapeur au petit cylindre doit être environ le 1/20e de la surface du piston; c'est dans cette proportion que la colonne relative aux diamètres de ce tuyau a été calculée dans la table précédente. Dans les anciennes machines, ce rapport était beaucoup plus grand et s'élevait au 1/30e et même au 1/36e de l'aire du piston, mais il est bien préférable d'augmenter ces dimensions pour éviter les étranglements et par suite des réductions de pression. Lorsque le tiroir est réglé sans avance à l'introduction, on peut se contenter de donner aux orifices d'entrée au cylindre les proportions de 1 à 20, mais il y a avantage à adopter le rapport 1/15e à 1/16e, lorsqu'il y a avance.

L'orifice de sortie, ou le tuyau de communication du petit au grand cylindre, est égal, en section, au 1/25e ou au 1/30e de la surface du grand piston; et le conduit d'échappement peut être le 1/20e ou même le 1/15e. C'est surtout pour la sortie du petit cylindre qu'il y a avantage à donner de l'avance au tiroir de distribution, comme on en donne également à l'entrée du grand cylindre.

DIMENSIONS DE LA POMPE ALIMENTAIRE.

On a vu, par ce qui précède, que la dépense de vapeur, dans les machines, est en raison inverse de la détente et que celles à condensation surtout à deux cylindres, sont susceptibles de dépenser le moins, par cela même qu'elles permettent de marcher avec une expansion très-considérable. La quantité d'eau à envoyer dans la chaudière est donc aussi nécessairement moindre dans un tel système que dans les machines à haute pression et particulièrement dans les machines marchant à pleine pression pendant toute la course, ou une grande partie de la course du piston.

Cependant on n'en donne pas moins, aux pompes alimentaires, des dimensions notablement plus considérables que celles qui seraient rigoureusement nécessaires si elles devaient fonctionner constamment. Mais comme d'un côté on a la facilité de régler l'alimentation par les robinets, et comme de l'autre, il peut arriver que les clapets ne jouent pas toujours parfaitement, que d'ailleurs, on a la faculté d'interrompre entièrement le jeu de la pompe, on a jugé utile, en pratique, de donner à celle-ci une capacité correspondante à environ le 1/50e ou le 1/60e du volume engendré par un coup simple du petit piston à vapeur.

Ainsi, en supposant que la course du piston de la pompe alimentaire soit seulement le 1/5e de celle du grand piston à vapeur,

Sa section est égale à la 1/10e ou 1/12e partie de celle du petit cylindre,

Et par suite le diamètre est compris entre le 1/3 et le 1/4 de ce dernier.

Soit, par exemple, la machine de 20 chevaux, déjà examinée. On a vu par la table que le diamètre du petit cylindre, pour cette force, est de $25^{\text{cent.}}8$ qui correspond à la surface $523^{\text{c.q.}} = 5^{\text{d.q.}}23$, et que la course de son piston, qui est la même que celle du grand, est de $1^{\text{m}}20$. On aurait donc :

1° Pour la course du piston de la pompe alimentaire $= \frac{1,20}{5} = 0^{\text{m}}24$ ou $2^{\text{déc.}}4$;

2° Pour la section de ce piston $= \frac{5,23}{10} = 0^{\text{d.q.}}523$ ou $52^{\text{c.q.}}3$;

3° Et par suite pour le diamètre $\sqrt{\frac{52,3}{0,7854}} = 8^{\text{c.}}15 = 0^{\text{m}}0815$.

Avec ces dimensions, la pompe est capable d'envoyer environ quatre fois plus d'eau dans la chaudière, que la machine n'est susceptible d'en dépenser.

En effet, on a vu plus haut qu'en admettant la plus grande dépense de vapeur, la quantité d'eau à fournir est de $8^{\text{kil.}}$ ou $8^{\text{lit.}}$ par minute, soit par course simple,

$$\frac{8^{\text{déc. cub.}}}{27,5} = 0^{\text{d.c.}}29, \text{ puisque la pompe doit donner } 27,5 \text{ par } 1',$$

$$\text{la course étant } \frac{1,20}{5} = 0^{\text{m}}24 \text{ ou } 2^{\text{d.}}4,$$

$$\text{on a } \frac{0,29}{2,4} = 0^{\text{d.q.}}12 \text{ ou } 12^{\text{c.q.}}$$

$$\text{pour la section du piston, soit } \sqrt{\frac{12}{0,7854}} = 4^{\text{c.}} \text{ pour le diamètre,}$$

c'est-à-dire que le diamètre est environ 1/2 du précédent.

On voit donc que les dimensions indiquées plus haut sont plus que suffisantes, et doivent bien compenser les arrêts momentanés ou les pertes accidentelles.

moyen de la table suivante, on pourra toujours connaître la quantité nécessaire à l'alimentation, suivant la dépense supposée faite par la lière et la puissance nominale.

TABLE

De là quantité d'eau d'alimentation à envoyer dans la chaudière à vapeur, par les pompes alimentaires.

VOLUME D'EAU EN LITRES PAR MINUTE, la dépense de vapeur par heure et par cheval étant de							
9^k	12^k	15^k	18^k	21^k	24^k	27^k	30^k
0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
0.45	0.60	0.75	0.90	1.05	1.20	1.35	1.50
0.60	0 80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00
1.05	1.40	1.75	2.10	2.45	2.80	3.15	3.50
1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00
1.35	1.80	2.25	2.70	3.15	3.60	4.05	4.50
1.50	2.00	2 50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00
2.10	2.80	3.50	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00
2.40	3.20	4.00	4.80	5.60	6.40	7.20	8.00
2.70	3.60	4.50	5.40	6.30	7.20	8.10	9.00
3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
3.30	4.40	5.50	6.60	7.70	8.80	9.90	11.00
3.60	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	10.80	12.00
3.90	5.20	6.50	7.80	9.10	10.40	11.70	13.00
4.20	5.60	7.00	8.40	9.80	11.20	12.60	14.00
4.50	6.00	7.50	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00
5.25	7.00	8.75	10.50	12.25	14.00	15.75	17.50
6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00
6.75	9.00	11.25	13.50	15.75	18.00	20.25	22.50
7.50	10.00	12.50	15.00	17.50	20.00	22.50	25.00
9.00	12.00	15.00	18.00	21.00	24.00	27.00	30.00
10.50	14.00	17.50	21.00	24.50	28.00	31.50	35.00
12.00	16.00	20.00	24.00	28.00	32.00	36.00	40.00
13.50	18.00	22.50	27.00	31.50	36.00	40.50	45.00
15.00	20.00	25.	30.00	35.00	40.00	45.00	50.00
16.50	22.00	27.50	33.00	38.50	44.00	49.50	55.00
18.00	24.00	30.00	36.00	42.00	48.00	54 00	60.00
19.50	26.00	32.50	39.00	45.50	52.00	58.50	65.00
21.00	28.00	35.00	42.00	49.00	56.00	63.00	70.00
22.50	30.00	37.50	45.00	52.50	60.00	67.50	75.00
24.00	32.00	40.00	48.00	56.00	64.00	72.00	80.00
27.00	36.00	45.00	54.00	63.00	72.00	81.00	90.00
30.00	40.00	50.00	60.00	70.00	80.00	90 00	100.00

DIMENSIONS DE LA POMPE A AIR.

On se rappelle que pour calculer la quantité d'eau nécessaire à la condensation de la vapeur sortant du cylindre, nous avons donné dans le premier volume de ce Recueil, en traitant des machines à basse pression et à condensation, la formule pratique :

$$P = p\left(\frac{550 + t - T}{T - t'}\right)$$

dans laquelle P exprime le poids d'eau froide à injecter;
t' la température de cette eau;
p, le poids de vapeur à condenser;
t, la température;
et T, la température de l'eau après la condensation.

Or, comme on condense généralement au-dessous de 100 degrés, comme l'eau de condensation est habituellement à 38 ou 40°, et que l'eau froide est à environ 10 ou 12 degrés, on trouve alors d'après cette formule qu'il faut 18 à $22^{\text{kil.}}$ d'eau à la température ordinaire, pour condenser $1^{\text{kil.}}$ de vapeur, soit en moyenne $20^{\text{kil.}}$ ou $20^{\text{lit.}}$ d'eau.

Ainsi lorsqu'une machine dépense $15^{\text{kil.}}$ de vapeur par heure et par cheval, il lui faut

$15 \times 20 = 300^{\text{lit.}}$ d'eau pour la condensation.

Si la dépense est de 18 ou de $20^{\text{kil.}}$, l'eau nécessaire est de 360 à $400^{\text{lit.}}$ par heure et par cheval,

Dans la machine à deux cylindres de 20 chevaux, la dépense maximum de vapeur étant

de $8^{\text{kil.}}$ par 1′ ou $480^{\text{kil.}}$ par heure,

la quantité d'eau froide pour condenser s'élève à 9600 litres, ce qui fait pour le volume total de l'eau après la condensation

$$9600 + 480 = 10080^{\text{lit.}}$$

soit $\frac{10080}{60 \times 275} = 6^{\text{lit.}}$ par coup double.

La pompe à air étant à simple effet, et devant servir à enlever non-seulement toute l'eau de condensation, mais encore la quantité d'air qui s'oppose à l'action du vide, est calculée sur des proportions plus grandes que celle correspondante au volume d'eau du condenseur.

Ainsi des constructeurs lui donnent quelquefois une capacité égale à celle du petit cylindre pour les machines à balancier, d'autres une capacité égale aux 7/10es ou 8/10es seulement.

D'après les données ci-dessus, nous avons formé la table suivante qui simplifie considérablement le calcul.

TABLE

Relative à la quantité d'eau froide nécessaire pour la condensation de la vapeur, la moyenne étant de 20 litres par kilogramme de vapeur et par minute.

FORCE EN CHEVAUX de 75 kilogrammètres.	VOLUME D'EAU EN LITRES, la dépense de vapeur étant par cheval et par minute							
	$0^{k}15$	$0^{k}20$	$0^{k}25$	$0^{k}30$	$0^{k}35$	$0^{k}40$	$0^{k}45$	$0^{k}50$
	soit par heure de							
	9^{k}	12^{k}	15^{k}	18^{k}	21^{k}	24^{k}	27^{k}	30^{k}
	lit.	lit.	lit.	lit.	lit.	lit.	lit.	lit.
1	3	4	5	6	7	8	9	10
2	6	8	10	12	14	16	18	20
3	9	12	15	18	21	24	27	30
4	12	16	20	24	28	32	36	40
5	15	20	25	30	35	40	45	50
6	18	24	30	36	42	48	54	60
7	21	28	35	42	49	56	63	70
8	24	32	40	48	56	64	72	80
9	27	36	45	54	63	72	81	90
10	30	40	50	60	70	80	90	100
12	36	48	60	72	84	96	108	120
14	42	56	70	84	98	112	126	140
16	48	64	80	96	112	128	144	160
18	54	72	90	108	126	144	162	180
20	60	80	100	120	140	160	180	200
22	66	88	110	132	154	176	198	220
24	72	96	120	144	168	192	216	240
26	78	104	130	156	182	208	234	260
28	84	112	140	168	196	224	252	280
30	90	120	150	180	210	240	270	300
35	105	140	175	210	245	280	315	350
40	120	160	200	240	280	320	360	400
45	135	180	225	270	315	360	405	450
50	150	200	250	300	350	400	450	500
60	180	240	300	360	420	480	540	600
70	210	280	350	420	490	560	630	700
80	240	320	400	480	560	640	720	800
90	270	360	450	540	630	720	810	900
100	300	400	500	600	700	800	900	1000
110	330	440	550	660	770	880	990	1100
120	360	480	600	720	840	960	1080	1200
130	390	520	650	780	910	1040	1170	1300
140	420	560	700	840	980	1120	1260	1400
150	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500
160	480	640	800	960	1120	1280	1440	1600
180	540	720	900	1080	1260	1440	1620	1800
200	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000

OBSERVATIONS

SUR LES DIMENSIONS PRINCIPALES ET LES PRIX

DES MACHINES A VAPEUR.

Nous avons eu souvent l'occasion de remarquer que des différences notables existent parfois, dans le prix des machines à vapeur, quoique paraissant construites sur les mêmes bases; cela ne tient pas seulement au système adopté par le constructeur, mais beaucoup aussi à d'autres circonstances dont il importe que tout industriel soit préalablement instruit.

Comme plusieurs fois déjà, nous avons été appelé à donner à cet égard des renseignements qui ont été fort bien compris par les manufacturiers, nous croyons qu'ils ne seront pas déplacés dans notre Publication.

Lorsqu'on demande à deux constructeurs différents le prix d'une machine à vapeur, d'une force nominale déterminée et sur un système connu, à haute, à moyenne ou à basse pression, on est quelquefois, comme nous venons de le dire, tout étonné de la différence énorme qui existe entre les deux chiffres, de sorte qu'on est tenté de croire que l'un ou l'autre s'est trompé dans son évaluation; pour la personne qui n'est pas au courant, qui n'a aucune idée de la disposition ni du travail de ces machines, elle pense naturellement bien faire en s'adressant à celui qui paraît lui offrir le meilleur marché. On lui a dit, par exemple, qu'une machine de 40 chevaux, à moyenne pression et condensation, lui sera livrée, avec ses deux chaudières, pour 25,000 francs, tandis que chez un autre constructeur, on lui fait 34 ou 35,000 francs, elle croit devoir alors immédiatement commander cette machine au premier, qui lui demande 9 à 10,000 francs de moins.

Sans doute, à égalité parfaite d'exécution, il y a des mécaniciens qui se contentent d'un faible bénéfice, travaillent à des prix inférieurs à d'autres, mais ce n'est pas une raison suffisante évidemment, pour que la différence soit aussi considérable; car on ne peut supposer que si l'un ne gagne que 2 à 3,000 francs, par exemple, soit 10 pour cent sur sa commande, l'autre devra gagner près de 50 pour cent. Le nombre des mécaniciens est trop grand aujourd'hui, la concurrence qui existe aussi bien entre les petits et les grands constructeurs est trop répandue, pour qu'il y ait possibilité d'un gain pareil. La plus grande différence existante entre les deux prix, tient particulièrement à ce que les deux constructeurs ne donnent pas à leur machine les mêmes dimensions, quoique l'un et l'autre s'engagent d'ailleurs à fournir la même force nominale. Mais le premier donne au cylindre à vapeur un diamètre moindre, une course de piston plus petite, et aux chaudières des surfaces de chauffe réduites, tandis que le second donne, au contraire, des dimensions sensiblement plus considérables, et par suite presque toutes les pièces qui composent l'appareil entier sont plus lourdes, plus difficiles et plus dispendieuses.

Ainsi, supposons par exemple que l'un des constructeurs adopte une létente très-petite, et limite, pour la force nominale précédente, le dianètre du cylindre à 0, 65 ou 0, 66, et les dimensions des chaudières à l mètre de surface de chauffe par cheval; il croit en outre devoir faire narcher l'arbre de couche moteur à la vitesse de 30 révolutions par minute; l conserve bien au piston la vitesse de 1 mètre par seconde, mais alors sa ourse n'est pas de plus de 1 mètre, et par suite le rayon de la manivelle de ^{m}50. Or, comme, d'un côté, les dimensions du piston, de sa tige, de la ielle, et en général les dimensions du bâtis, de sa boite, du tiroir de distribution, de son excentrique, et enfin de toutes les pièces qui travaillent, lans la machine, sont proportionnelles au diamètre du cylindre et à la ongueur de la course, on comprend que plus ces deux dimensions sont éduites, plus toutes les autres le sont également. Si, au contraire, le econd constructeur donne pour la même force de 40 chevaux, $0^{m}80$ de liamètre au cylindre, parce qu'au lieu de limiter la détente à la moitié ou ux 3/4, il veut qu'on puisse détendre pendant les 4/5 ou les 5/6 de la ourse, et si, en outre, au lieu d'une course de 1 mètre, il lui donne celle le $1^{m}20$, c'est-à-dire, qu'avec la même vitesse de piston, l'arbre de couche ie doit faire que 25 révolutions par minute au lieu de 30; si, enfin, il fait es chaudières d'une plus grande capacité, toutes les proportions des pièces hangent notablement; non-seulement c'est le cylindre qui est sensiblement augmenté, mais le piston, sa tige, la bielle, la manivelle, l'arbre de ouche, le bâtis, le volant, la boite et le tiroir de distribution, la pompe à ir, et tout ce qui en dépend.

La machine construite dans ces dernières conditions est bien préférable la première, parce qu'elle est susceptible de consommer moins de comustible, parce qu'elle peut, dans des cas fortuits, fournir une force plus onsidérable, en ayant la facilité d'engendrer une grande quantité de apeur et d'augmenter la vitesse, parce que, dans l'état ordinaire, elle atigue moins, et que par suite elle prend moins d'usure et exige moins l'entretien : une telle machine doit nécessairement coûter bien plus cher que la première, puisqu'elle contient plus de matières et qu'elle a demandé lus de travail.

Il faut bien le dire, les machines à petite course et à grande vitesse araissent être, dans certains cas, d'une application avantageuse, en simlifiant les mouvements, et en permettant de s'appliquer directement aux ésistances à vaincre, comme les locomotives, les marteaux pilons, les aminoirs et autres appareils de forge; mais on n'en doit pas moins reconnaître aussi qu'elles s'usent plus rapidement, et que, par les frais de réparation et de chômage, elles ne sont pas d'un aussi bon emploi, dans une foule d'industries, comme, par exemple, dans les filatures, les tissages mécaniques, et dans les établissements qui exigent une grande régularité de marche.

Les machines à deux cylindres sont, sans contredit, les plus conve-

nables pour ces établissements, ayant le double mérite d'être très-régulières, et de ne pas consommer beaucoup de combustible ; mais il faut qu'elles soient bien exécutées et bien entretenues. On a vu de ces machines fonctionner pendant bien des années sans aucune réparation. Si elles sont plus compliquées et par suite plus chères que les machines à un seul cylindre, elles ont aussi l'avantage, ou de ne pas exiger un volant aussi puissant, si la détente est la même, ou de fonctionner plus régulièrement, si le volant dans ces dernières n'est pas beaucoup plus considérable, ou enfin de brûler moins de charbon, lorsque la détente n'est pas poussée au même degré. Pour un travail continu et constant, ces appareils sont donc réellement avantageux, et il n'est pas prudent de les construire avec de faibles courses et avec des vitesses trop considérables, surtout s'ils doivent être d'une certaine puissance.

Nous croyons donc qu'il est convenable de suivre, à cet égard, pour la construction de ces machines, les règles précédentes, qui, nous l'espérons, suffiront, dans le plus grand nombre des cas, pour satisfaire aux données et aux exigences les plus grandes.

COMPOSITION D'UN GENRE D'ENGRAIS,

Par M. Moisson.

(Brevet d'invention de 10 ans, délivré en 1843.)

Parmi les substances employées comme engrais, les meilleures et celles qui possèdent la plus grande quantité de matière azotée et nourrissante pour les plantes, sont : les cornes, la plume, le crin et tous les poils des animaux; mais ces matières sont d'une décomposition extrêmement lente, et par conséquent ne peuvent produire leur effet qu'avec beaucoup de lenteur; on en a la preuve par les cadavres qui enterrés depuis très-longtemps ont les os presque décomposés, et dont les cheveux et la barbe ne sont que très-peu ou même pas altérés.

Le nouveau procédé de M. Moisson consiste à rendre les matières d'une décomposition plus facile en les traitant par la soude ou la potasse caustique, liquide qui désorganise la matière sans la dissoudre en entier, si on a le soin d'employer un excès de matière animale relativement à la quantité de soude.

M. Moisson opère dans les proportions suivantes : une partie en poids de ce sel de soude à 75 degrés pour six parties de poil ou de corne; la soude est mise en dissolution dans l'eau et rendue caustique par un tiers de son poids de chaux vive. Les matières animales y sont mises pour tremper, puis on les fait sécher dans un tube semblable à ceux que l'on emploie pour le gaz de houille. Une fois qu'elles sont sèches on les broie pour les réduire en une poudre très-fine qui s'emploie comme la poudrette, mais dont la force végétative est beaucoup plus grande.

On varie les proportions de soude et de matières animales, suivant la culture à laquelle l'engrais est destiné; dans tous les cas, la durée de l'effet de cet engrais dépend de son altération plus ou moins grande; plus il se rapproche de la dissolution, plus l'effet en est prompt, mais il ne se soutient pas aussi longtemps que quand il est un peu altéré, parce qu'alors il finit sa décomposition sous le sol et peut produire son effet pendant plusieurs années.

MACHINE A PERCER

DITE RADIALE,

Construite par M. CALLA,

INGÉNIEUR MÉCANICIEN ET FONDEUR A PARIS ET A LA CHAPELLE.

(PLANCHE 28.)



M. Calla, fondeur mécanicien à Paris, est bien connu dans le monde ıdustriel pour ses grands et utiles travaux, soit en fonderie, soit en mécaque. Tout en exécutant des statues pour les monuments publics, il occupe aussi de la construction des moulins, des moteurs hydrauliques, s transmissions de mouvement, et particulièrement des machines-outils. est ainsi qu'il a livré, soit aux chemins de fer, soit aux administrations, ıit à l'industrie privée, un très-grand nombre d'appareils de toutes sortes. n sait qu'en général ses outils se distinguent par une bonne et solide nstruction, comme on a pu le remarquer par la collection qu'il avait ıvoyée à l'Exposition de 1849.

La machine à percer dite radiale, que nous allons décrire, sort des ateırs de ce constructeur, qui en a fourni plusieurs semblables aux divers eliers de chemins de fer, où nous avons été à même de les voir fonctionner : de les relever avec détails.

On sait qu'une radiale est une machine à percer dans laquelle le porteıtil ou le porte-foret n'est pas seulement susceptible de descendre ou de ıonter comme dans les perceuses ordinaires, mais encore de s'avancer ou e se reculer et de marcher à volonté, parallèlement à lui-même, pour ller chercher les parties de la pièce, qui reste fixe et qui doit être percée ans plusieurs endroits différents. Tel est, par exemple, le foyer d'une ıcomotive, lequel n'est autre qu'une sorte de caisse qu'il est nécessaire de ercer, sur plusieurs de ses faces, d'un très-grand nombre de trous, soit our recevoir les rivets ou goujons taraudés qui la relient à la chaudière, oit pour y fixer les traverses à nervures qui consolident la paroi supéieure, soit encore pour recevoir l'extrémité des tubes par lesquels se égagent la flamme et la fumée.

La première radiale que nous avons eue en France est de MM. Sharp t Cie de Manchester. Elle se compose d'une colonne verticale sur laquelle

est monté un fort bras horizontal, pouvant pivoter pour occuper différentes positions. La disposition de cette machine a l'inconvénient d'exiger de se placer contre un mur de l'atelier, et par conséquent de ne pas aussi bien en permettre l'accès que celles qui peuvent se monter au milieu de l'établissement. La machine de M. Calla, par exemple, présente cet avantage, étant montée sur un bâtis de fonte suffisamment solide, quoique n'étant fixé que par sa base sur le sol.

La fig. 1re, pl. 28, représente une vue de face de cette machine toute montée et prête à fonctionner.

La fig. 2 en est une élévation latérale, et la fig. 3 un plan vu en dessus à la hauteur de la ligne 1-2.

La fig. 4 est une section horizontale faite par l'axe de l'arbre moteur, suivant la ligne 3-4.

La fig. 5 est une autre section horizontale faite au milieu du porte-outil, suivant la ligne 5-6.

La fig. 6 est une coupe transversale de ce dernier, suivant la ligne 7-8.

Les fig. 7 et 8 sont des détails en élévation et en plan de la partie du mécanisme qui sert à faire descendre le porte-foret, proportionnellement à sa vitesse.

Et enfin la fig. 9 est une coupe horizontale faite à la hauteur de la ligne 9-10.

Toutes ces figures sont dessinées à la même échelle au 1/15e d'exécution.

Elles montrent que le bâtis ou le corps principal sur lequel toute la machine est appliquée, se compose d'une large et forte pièce en fonte à nervure A, dont la base présente un large patin B, qui repose et se fixe sur une forte pierre de taille incrustée dans le sol. C'est contre la surface droite et verticale C de ce bâtis que s'applique la grande plaque à coulisse D, qui y est ajustée à queue d'hironde, et disposée de manière à pouvoir la faire monter ou descendre à volonté pour varier la hauteur du porte-outil au-dessus du sol. Des coulisseaux *a* et *b* permettent de faire cet ajustement mobile avec la plus grande précision.

On fait mouvoir cette plaque à l'aide d'une crémaillère E qui lui est solidaire, et qui engrène avec un pignon droit *e*, lequel est monté sur un axe en fer *e'*, dont l'extrémité porte à l'extérieur de la machine une roue dentée F avec laquelle engrène la vis sans fin *f*, dont l'axe porte une manivelle *g* que l'on manœuvre à volonté. Il suffit alors de faire tourner cette manivelle dans un sens ou dans l'autre pour faire monter ou descendre la plaque verticale D, et par suite tout le mécanisme qu'elle porte.

On compend que l'axe *e'* étant retenu dans une longue douille horizontale *c*, fig. 9, qui est venue de fonte avec le bâtis et qui a été préalablement alésée ne peut que tourner sur lui-même, ainsi que la roue F et le pignon droit *e* qu'il porte. Il en est de même de l'axe qui reçoit la vis sans fin, il est aussi mobile dans une partie fixe *f'* appliquée au bâtis.

Aux deux extrémités de la plaque verticale D sont venues de fonte avec

elle deux parties avancées D', formant collier avec le chapeau *d* qui se visse sur le devant pour recevoir les tourillons qui terminent la branche verticale de la grande et forte équerre mobile en fonte G, sur laquelle s'ajuste et se promène tout le porte-outil. La disposition de cette équerre à tourillons ainsi ajustés entre les deux collets D' lui permet, ainsi qu'au système qu'elle porte, de pivoter comme sur un axe vertical, et de prendre diverses positions, suivant les besoins. Quand on veut la maintenir en place, il suffit de serrer la vis de pression *d'*, appliquée au collet inférieur.

Sur la face droite et dressée H de la branche horizontale de l'équerre, est ajusté à queue d'hironde le support mobile en fonte I, qui forme le porte-outil proprement dit; il renferme à l'intérieur un écrou *h* (fig. 6), qui est traversé par la vis de rappel *i*, laquelle, filetée dans la plus grande partie de sa longueur, se termine par un carré qui reçoit la petite manivelle *j*, et est supportée à ses extrémités dans les joues latérales qui terminent la surface saillante et dressée H. Ainsi, en tournant cette vis à droite ou à gauche, on rapproche ou on éloigne le porte-outil du bâtis de la machine, et par conséquent du centre du mouvement. A la partie inférieure du porte-outil est ménagé le collet à coussinet *k*, qui maintient et dirige l'arbre vertical K, lequel se prolonge au-dessus et se trouve retenu et guidé par un second collet *k'*, d'une dimension moindre que le premier, mais solidaire de même avec la partie supérieure du porte-outil. Cet axe vertical se termine, vers le bas, par une douille cylindrique percée, dans laquelle s'ajuste le porte-mèche L, que l'on y retient au moyen d'une vis de pression, et vers le haut, par une bride ou chape en fer *l* à laquelle s'assemble la courte branche *m* du levier à bascule M, qui se termine par un contre-poids, lequel a pour but d'équilibrer à très-peu près le poids de l'arbre et de ce qu'il porte.

Cet arbre porte-foret doit recevoir deux mouvements dont l'un est circulaire et continu et l'autre est rectiligne et descensionnel. Le mouvement de rotation continu, qui doit être plus ou moins rapide suivant les dimensions du foret ou de la mèche et par suite suivant le diamètre des trous à percer, est transmis à l'arbre, comme on le voit sur la fig. 1re, par un cône et plusieurs paires de roues d'angle. A cet effet, vers le milieu de la hauteur du bâtis est ménagé un renflement *n*, dans lequel est ajusté l'axe en fer N, qui se prolonge de chaque côté et se trouve en outre supporté par une sorte de console *n'* fondue avec le bâtis lui-même. Sur cet axe est rapporté le cône à plusieurs diamètres O, qui peut recevoir d'un autre cône semblable, mais renversé, quatre vitesses différentes, et les transmettre à l'axe N et au pignon d'angle P, ajusté à l'extrémité de celui-ci. Ce pignon engrène avec un autre semblable P' de même diamètre, ajusté sur l'arbre vertical en fer Q, lequel est muni d'une languette ou nervure sur toute sa hauteur. Or le pignon P' est fondu avec une douille cylindrique à gorge par laquelle il est constamment tenu engrené avec le pignon P, au moyen de la bride *o* qui forme collier et est solidaire avec le

renflement *n* du bâtis. Il en résulte que quelle que soit la position plus ou moins élevée que l'on fait occuper à la plaque mobile D et par suite à la grande équerre G, le pignon P′ reste constamment en place et entraîne dans sa rotation l'axe Q et avec lui le pignon R fixé à son extrémité. Ce dernier engrène aussi avec un pignon semblable R′ fixé, comme le montre la fig. 5, sur un bout d'axe *r*, lequel est relié à un autre semblable *r′* par la douille cylindrique en fer *q*. Celle-ci, munie d'une bague à vis de pression *s*, s'applique contre le renflement cylindrique *s′* venu de fonte avec l'équerre G. Elle a pour objet de permettre à l'axe *r′* de s'éloigner ou de se rapprocher du premier *r*, suivant la position que l'on veut donner au porte-outil. Il en résulte que le pignon S fixé sur le bout de l'axe *r′* reste constamment engrené avec la roue S′ qui est fixée sur l'arbre porte-foret K; par conséquent, on voit qu'avec une telle disposition cet arbre peut toujours recevoir son mouvement de rotation et marcher à des vitesses différentes, quelle que soit la hauteur à laquelle il se trouve, par rapport au sol, et quelle que soit aussi sa distance au bâtis.

Son mouvement rectiligne descensionnel est obtenu par un mécanisme fort simple et très-ingénieux que nous avons vu appliqué pour la première fois par M. Withworth de Manchester dans ses machines à percer. Ce mécanisme consiste en deux espèces de roulettes ou galets à gorge T, à denture héliçoïde sur toute leur circonférence pour engrener avec les filets arrondis formés sur l'arbre K dans la partie comprise entre son collet supérieur *k′* et sa roue d'angle S′. Ces galets sont fixés sur des axes ou goujons *t* qui, supportés par les douilles *u* venues de fonte avec le porte-outil I, sont embrassés par les coussinets *v* ajustés dans le collier en deux pièces U, qui forme une sorte de frein au moyen duquel on force les galets à rester en place et à ne pas tourner malgré la rotation de l'arbre vertical K; ils forment alors écrou à cet arbre, qui en tournant est obligé de descendre. Lorsque au contraire on desserre le frein, à l'aide de la poignée *x* et de la tige verticale *y*, taraudée en sens contraire dans les deux parties du collier U, les deux galets et leurs axes deviennent libres, et par suite, si on tourne à la main le petit volant V qui fait l'office de manivelle, les galets agissent comme deux pignons dentés, engrenant avec une vis sans fin, et forcent l'arbre vertical à remonter. Cette opération s'effectue évidemment quand la machine est arrêtée, e que l'on veut remonter le porte-foret pour le préparer à percer d'autres trous. L'ascension de l'arbre se fait d'autant plus facilement qu'il est aidé par le contre-poids appliqué sur le levier à bascule M, avec lequel il se trouve relié par sa partie supérieure.

Ce système de machine à percer, dite radiale, est aujourd'hui appliqué dans un grand nombre d'ateliers de construction et particulièrement dans les ateliers de chemins de fer.

MANOMÈTRES ET BAROMÈTRES MÉTALLIQUES

SANS MERCURE,

INDICATEUR DE PRESSION. — RÉGULATEUR A GAZ.

PAR

M. E. BOURDON, Ingénieur-Mécanicien,

A PARIS.

(PLANCHE 29.)

Depuis plusieurs années, on s'occupe beaucoup de la construction des appareils manométriques propres à indiquer la pression de la vapeur dans les chaudières. Nous avons fait connaître, dans le IVe volume, les principaux systèmes en usage; on a pu voir que tous ces instruments reposent sur l'emploi du mercure qui s'élève dans un tube vertical.

M. E. Bourdon, en France, et M. Rahskopff, en Prusse, sont les premiers qui se soient occupés d'exécuter des manomètres entièrement métalliques sans mercure.

Ce sont quelquefois les observations les plus simples, qui, en découvertes industrielles, conduisent à des résultats très-remarquables. Lorsque nous eûmes l'occasion de voir l'établissement de M. E. Bourdon, en février 1849, il nous fit voir les essais qu'il faisait alors sur un manomètre métallique, et nous expliqua que le principe sur lequel il se basait pour établir ce nouvel instrument, provenait de la remarque qu'il avait fait en essayant des tuyaux de plomb. Ces tuyaux, contournés sur eux-mêmes, s'ouvraient ou s'écartaient par leurs extrémités selon que la pression intérieure était plus ou moins considérable. De là lui vint l'idée qu'en prenant un tube de métal plus résistant et élastique, il pourrait fort bien profiter de cette propriété, pour lui faire indiquer par sa mobilité même les différents degrés de pression d'un gaz ou d'une vapeur qui serait envoyé dans son intérieur.

Mais bientôt, voulant donner à ce principe une plus grande extension,

l'inventeur, en homme intelligent et observateur, construisit d'autres appareils, qui indiquent aussi bien le degré du vide ou la pression extérieure que la pression intérieure : tels sont ses baromètres, qui sont devenus des instruments fort curieux, d'une grande simplicité, et tout à fait portatifs. Il ne tarda pas, ensuite, à exécuter des régulateurs à gaz, des thermomètres entièrement en métal, puis des indicateurs propres à tracer les diagrammes qui montrent bien le travail du piston dans les cylindres à vapeur. Enfin il est même allé plus loin encore, en montant une petite machine motrice capable de transmettre un certain effort, et fonctionnant à volonté par la vapeur, par l'air comprimé ou tout autre gaz.

Le principe sur lequel repose la construction de ces divers appareils consiste, comme nous l'avons dit, dans la disposition d'un tube métallique tordu ou contourné sur lui-même et dans lequel on fait préalablement le vide lorsque c'est un baromètre, ou bien on envoie de la vapeur, de l'air ou un gaz quelconque, lorsque c'est un manomètre ou un autre instrument analogue. La section du tube peut être à volonté circulaire, elliptique, ou rectangulaire, concave ou convexe, unie ou ondulée, ou bien encore lenticulaire. Les fig. 1, 2, 3 et 4, peuvent donner une idée suffisante des principales formes de tubes employés par M. Bourdon. Ces tubes sont généralement en cuivre embouti, suivant le procédé de M. Palmer, puis travaillé chez le constructeur. Ils sont cintrés ou courbés de plusieurs manières en cercle, en spirale, en hélice ou en serpentin, comme on le verra successivement dans les différentes figures du dessin (pl. 29).

Manomètre pour les chaudières fixes. — Les fig. 5, 6 et 7 représentent la disposition imaginée par M. Bourdon, pour la construction des manomètres métalliques adaptés sur les générateurs des machines fixes. On voit que cet instrument se compose d'un tube A, d'une section analogue à celle indiquée fig. 1. Ce tube, ouvert à l'une de ses extrémités *a*, communique avec le générateur par le tuyau B, qui est muni du robinet C; il est maintenu fixe à cette extrémité sur le fond inférieur de la boîte de fonte D, par le petit support *b*. Après avoir fait un tour et demi environ sur lui-même, ce tube est entièrement fermé à son autre extrémité *c*, et porte l'aiguille indicatrice *d*, qui, en marchant à droite ou à gauche, montre sur un cadran gradué E, les différents degrés de pression de la vapeur dans la chaudière.

Ainsi, l'une des extrémités du tube étant fixe, et l'autre étant entièrement libre, si l'on y fait venir à une certaine pression un courant d'eau, d'air ou de vapeur, comme ce courant ne trouve pas d'issue, la pression force le tube à s'ouvrir et par suite l'aiguille indicatrice à marcher. Ce phénomène s'explique naturellement par ce fait, que le métal ne s'allonge pas, et que le côté extérieur de la partie recourbée, n'étant pas plus long que le côté intérieur, il faut qu'il y ait nécessairement déformation, c'est-à-dire changement de courbure, quand une pression quelconque agit sur lui. Cet effet a lieu, quelles que soient d'ailleurs la section et la courbure

des tubes; mais il est toutefois plus prononcé sur ceux à section aplatie.

On a objecté, en origine, que ces tubes fonctionnant à peu près comme des ressorts, se fatigueraient et pourraient par suite ne pas indiquer exactement la pression en ne revenant pas toujours au point de départ. Cette objection ne s'est pas réalisée, en ce que le constructeur a le soin non-seulement d'employer un métal très-homogène et très-résistant, mais encore de l'éprouver à des pressions beaucoup plus considérables que celle à laquelle l'instrument doit habituellement fonctionner. Ainsi des appareils montés depuis deux ans n'ont pas donné la moindre variation.

La boîte en fonte D, qui renferme le tube et le cadran, est fermée d'un côté par une plaque de tôle F, qui est la partie appliquée contre le mur de la chambre de la machine ou de la chaudière. Sur la face antérieure qui est apparente, la boîte est fermée par une glace ou vitre circulaire G, qui permet de voir la marche de l'aiguille et les divisions pratiquées sur le cadran.

Dans certains cas, lorsqu'on veut connaître ou limiter exactement la pression maximum à laquelle on a marché, après un temps donné, M. Bourdon adapte à l'instrument une aiguille fixe *e*, ayant son centre sur la boîte, et portant vers la pointe un petit goujon en saillie, qui, lorsqu'il est rencontré par l'index ou l'aiguille mobile *d*, est repoussé jusqu'au degré de pression qui a été atteint; et comme il n'est pas ramené lorsque cet index revient sur lui-même, c'est-à-dire que la pression diminue, l'aiguille fixe reste à cette place et dénonce ainsi le maximum de pression.

MANOMÈTRE POUR NAVIRES A VAPEUR. — M. Bourdon exécute des manomètres sur une disposition particulière, pour l'application spéciale aux chaudières destinées aux bateaux à vapeur. Comme quelquefois il ne fait pas bien clair dans la chambre des générateurs, comme d'ailleurs on marche très-souvent la nuit, il a pensé à établir l'instrument de manière à ce qu'il puisse être facilement éclairé, et par conséquent que les graduations soient rendues constamment bien apparentes. Une autre condition qu'il a cherché à résoudre, et qui n'est peut-être pas moins importante, c'est de faire en sorte que les oscillations, les mouvements brusques ou de roulis du navire ne puissent influer sur la marche de l'index et par suite sur les indications de la pression.

Les fig. 8, 9 et 10 montrent la disposition particulière qu'il a imaginée à cet effet et qui a été adoptée par la marine. Remarquons d'abord que, comme la pression à laquelle les appareils fonctionnent habituellement, est de 1 1/2 à 2 atmosphères, ou au plus à 2 1/2, le manomètre est construit pour indiquer la pression de trois atmosphères seulement; il en résulte que pour la même amplitude de l'aiguille, on peut avoir des divisions plus écartées, et par suite visibles à de plus grandes distances.

On voit par les figures que la forme extérieure de l'instrument est différente de celle indiquée précédemment; le tube métallique A, au lieu d'être fixé par l'une de ses extrémités, est retenu par son milieu *a* à la partie inférieure de la boîte D, au moyen du petit support *b*, lequel est percé

pour recevoir le tuyau B qui communique avec le générateur, et qui est muni de son robinet. Les deux extrémités *c*, *c'*, du tube sont complétement fermées et reliées par articulation à l'aiguille indicatrice *d*, au moyen de deux courtes bielles *e* qui forment parallélogramme. De cette sorte, l'aiguille pivotant en *f*, sur un axe très-fin dont les tourillons sont portés par une espèce de pont en cuivre *g*, est tenue constamment en équilibre, quelle que soit la position qu'elle est obligée de prendre par l'augmentation ou la diminution de pression : cet équilibre est tel que, malgré les oscillations plus ou moins fortes du navire dans une traversée, l'aiguille n'éprouve aucune vibration, aucun changement de place, tant que la pression intérieure dans le tube reste la même. Cette condition, qui est si bien remplie, a été regardée comme d'une grande importance dans la navigation maritime.

A la partie supérieure de la boîte et derrière le cadran E, l'auteur a disposé une petite lampe à esprit de vin G (fig. 9), et au-dessus un tube H servant de cheminée; il en résulte que lorsque cette lampe est allumée, comme le cadran ou la plaque E sur laquelle sont indiquées les divisions est en verre dépoli, il est très-facile de distinguer pendant la nuit toutes les divisions, et par conséquent la pression indiquée par l'aiguille.

Manomètre de forme circulaire. — M. Bourdon exécute aussi des manomètres dont la boîte est tout à fait circulaire. Les fig. 11 et 12 montrent l'une des dispositions qu'il a proposées à cet effet, et qui paraît être aussi adoptée dans bien des cas, soit pour les locomotives, soit pour les machines fixes. Il a aussi cherché à rendre les divisions très apparentes en donnant plus d'amplitude aux mouvements de l'aiguille.

Pour cela, l'axe *f* de cette aiguille, placé exactement au centre de la boîte D, porte un petit pignon denté *h* qui engrène avec le secteur *k* dont le rayon ou le bras prolongé peut osciller autour du point *i*, et qui se relie par articulation aux extrémités mobiles *c* et *c'* du tube A, au moyen des deux petites bielles *e*. Le tube est également fixé à la partie inférieure de la boîte par son milieu *a*, et communique à la chaudière, comme précédemment, au moyen du tuyau B, muni de son robinet C. Ainsi, lorsque la vapeur pénètre dans le tube, elle tend, par sa pression, à écarter les deux extrémités *c* et *c'*, et par suite, à faire obliquer le rayon du secteur *k*, comme le montre la fig. 11. Or, comme ce rayon est 5 à 6 fois plus grand que celui du pignon *h*, les mouvements angulaires de ce dernier et par suite de l'aiguille montée sur son axe, sont autant de fois plus grands. Il en résulte que la marche de l'aiguille est extrêmement sensible, et que les plus petites différences de pression sont rendues apparentes.

Baromètre métallique. — Sur cette disposition de manomètre, M. Bourdon a établi d'autres instruments connus sous le nom de baromètres et fonctionnant par le vide, au lieu de marcher par la vapeur ou un gaz quelconque. L'application de ces appareils est extrêmement intéres-

sante dans bien des circonstances. Ainsi, pour les machines à vapeur à condensation, il est très-utile de connaître à chaque instant l'état du condenseur, c'est-à-dire le degré du vide auquel fonctionne la machine.

Les baromètres métalliques exécutés suivant la disposition indiquée sur les fig. 11 et 12 remplissent parfaitement le but. Pour que cet instrument fonctionne, il suffit d'enlever complétement l'air contenu dans le tube A et de le mettre en communication avec le condenseur par le tuyau B, et alors les degrés du vide seront indiqués par l'aiguille *d*, qui marche, comme dans le manomètre, mais seulement en sens contraire. On comprend, en effet, que puisque les deux extrémités *c* et *c'* du tube A s'écartent par une augmentation de pression intérieure, quand il reçoit la vapeur, elles doivent nécessairement se rapprocher de plus en plus, à mesure que le vide augmente, ou que l'air se raréfie.

M. Bourdon remplace les baromètres à mercure si généralement employés pour indiquer l'état de l'atmosphère, par des baromètres métalliques d'une construction analogue à celle que nous venons de décrire, mais en supprimant complétement le tuyau B et son robinet. Après avoir fait le vide le plus complétement possible dans l'intérieur du tube A, auquel il donne des dimensions convenables, il le ferme entièrement de toutes parts; ce n'est plus alors que la pression extérieure qui agit sur les deux branches flexibles de ce tube. Ainsi les diférences de l'atmosphère font mouvoir ces branches, soit en les rapprochant, soit en les écartant. Ces mouvements transmis par le secteur denté au pignon *h*, sont rendus très-apparents par l'aiguille indicatrice *d*, sur le cadran circulaire E, qui est aussi recouvert d'une glace ou d'un verre G, comme dans les manomètres, afin que tout le mécanisme soit complétement à l'abri de la poussière.

Ces instruments, exécutés avec beaucoup de soin et presque entièrement en cuivre, sont d'une élégance recherchée qui plaît généralement, et, occupant peu de place, ils ont le mérite de se poser partout, dans les endroits apparents. Nous ne craignons pas de le dire, ces nouveaux baromètres sont non-seulement préférables aux divers systèmes de baromètres à mercure, mais encore aux baromètres métalliques, inventés par M. Conté, il y a près d'un demi-siècle, et perfectionnés plus tard par M. Védy. Ils sont en effet, d'une construction beaucoup plus simple, plus économique, et reviennent, par suite, à des prix moins élevés.

Manomètre portatif ou étalon. — Conformément à l'ordonnance ministérielle du 17 décembre 1849, les constructeurs de manomètres sont appelés à exécuter pour les ingénieurs des mines chargés de l'inspection des appareils à vapeur, dans les fabriques et manufactures, des instruments de petites dimensions, susceptibles de se transporter aisément, et de s'appliquer sur les tuyaux mêmes des générateurs déjà munis d'un manomètre, afin de vérifier l'état de celui-ci et de constater s'il est dans un bon état de fonctionnement. M. Bourdon a exécuté, à cet effet, un manomètre étalon qui remplit parfaitement l'objet; réduit à un très-petit volume et sous la

forme circulaire, cet instrument peut se mettre dans la poche, et s'adapter avec la plus grande facilité partout où on le juge nécessaire.

Les fig. 13 et 14 représentent cet étalon à une échelle un peu plus grande que la moitié d'exécution. On voit qu'il se compose d'une boîte cylindrique en cuivre D, fondue avec la tubulure B, qui est munie d'une embase C, par laquelle on adapte l'instrument au tuyau du manomètre appliqué sur la chaudière, soit au moyen de petits boulons, soit plutôt à l'aide d'une bride à vis, qui permet de le mettre ou de le retirer très-facilement en quelques instants. Le tube métallique A, attaché par l'une de ses extrémités *a*, à la partie supérieure de la boîte vers la tubulure B, est fermé par son autre extrémité *c*, qui est entièrement libre, et se relie par la courte bielle *e* à la queue de l'aiguille indicatrice *d*, dont l'axe *f* est porté par le pont en cuivre *g*. Une petite vis de rappel *i* permet de régler exactement la position de l'aiguille, quand on veut se servir de l'instrument.

INDICATEUR DE PRESSION. — M. Bourdon n'a pas seulement exécuté des appareils manométriques et barométriques avec l'application des tubes contournés à section quelconque, mais encore d'autres instruments, qui, sans être aussi répandus que les précédents, n'en sont pas moins très-remarquables. Ainsi, il a établi des indicateurs de pression pouvant remplacer avec avantage les indicateurs de Watt, dont nous avons donné la description dans le IIIe volume. On sait que ces instruments ont pour but de faire connaître le travail du piston dans les machines à vapeur, en indiquant successivement la pression qui s'exerce sur lui pendant toute la course. Tel est celui représenté sur les fig. 15, 16 et 17.

L'appareil construit à cet effet par M. Bourdon consiste dans la disposition du tube contourné et aplati A, qui, par l'une de ses extrémités *a*, se fixe au boisseau C d'un robinet adapté au tuyau B, que l'on met en communication avec l'intérieur du cylindre de la machine que l'on veut éprouver; l'autre extrémité *c* du tube est entièrement fermée et se relie par la courte bielle *e*, au milieu du grand levier *g*; celui-ci, oscillant à sa partie inférieure en *f*, porte à son sommet une pointe ou crayon *i*, qui doit servir à tracer une courbe ou diagramme sur une feuille de papier que l'on a préalablement tendue et pincée par ses bords sur la plaque verticale H. Or, derrière cette plaque est rapportée une crémaillère droite *k* avec laquelle engrène le petit pignon *l*, dont l'axe prolongé porte une douille *m*, à laquelle est fixé un ressort spirale *n*, qui est logé dans l'intérieur de la poulie à gorge *p*. Il en résulte que lorsqu'on met l'appareil en mouvement, c'est-à-dire que, d'une part, on fait communiquer, par une corde ou une courroie sans fin la poulie *p*, avec une autre semblable montée sur une partie mobile de la machine, et que de l'autre on ouvre le robinet C par sa poignée E, pour le mettre en communication avec le cylindre, la plaque H et avec elle la bande de papier qu'elle porte reçoivent un mouvement rectiligne qui est alternativement ascensionnel et descensionnel. Pendant ce temps, la vapeur qui entre dans le tube A force la

branche *e* à marcher horizontalement, de telle sorte que le crayon *i* trace sur la surface du papier une courbe analogue à celle indiquée sur la fig. 16, qui correspond à une course entière du piston.

Tout cet appareil est monté sur un support G, qui, d'un côté, soutient le robinet C et le tuyau de vapeur, et de l'autre, dans sa partie supérieure aplatie et dressée, sert de guide à la plaque mobile H qui doit glisser sur elle. L'instrument peut se renfermer dans une boîte qui le rend facilement transportable, et on y ajoute quelques tubes de rechange, qui permettent d'essayer la pression à différents degrés, afin de s'appliquer indifféremment aux machines fonctionnant à 2, à 3, à 4 ou à 5 atmosphères.

Moteur. — Le même constructeur voulant se rendre compte de la mobilité et de l'élasticité du tube, a voulu établir, à titre d'essai, une petite machine à vapeur marchant sur le même principe, c'est-à-dire avec un tube d'une assez forte dimension, composé de deux plaques de tôle d'acier, embouties en forme de lentille et solidement boulonnées ensemble, puis il a appliqué à l'entrée de ce tube un tiroir servant à introduire ou à interrompre alternativement l'arrivée de la vapeur, et il a relié l'autre extrémité fermée, par une bielle, à une manivelle montée sur le bout d'un arbre portant un volant. Cet appareil a bien fonctionné et a prouvé qu'on pouvait obtenir une élasticité et une mobilité suffisamment grande dans les applications des tubes métalliques contournés aux divers instruments que nous avons décrits. Une telle application comme moteur aurait l'avantage de permettre de faire des machines à grande vitesse d'une extrême simplicité.

Manomètre a tube tordu. — M. Bourdon s'étant rendu compte que des tubes tordus en une sorte d'hélice, comme pour former une tarière, étaient susceptibles de remplir le même but, a proposé des manomètres et des baromètres en employant ces sortes de tubes.

Les fig. 18 et 19 du dessin pl. 29, montrent en plan et en coupe la disposition d'un instrument ainsi fait.

Il consiste en un tube vertical A, à section méplate, comme celle indiquée fig. 4, et tordu ou contourné en serpentin ; sa partie inférieure *a* est cylindrique et communique par le robinet C au tuyau B qui se monte sur la chaudière ; sa partie supérieure fermée se termine par une pointe ou axe très-fin *c*, sur lequel s'ajuste l'aiguille indicatrice *d*, et situé au centre même du cadran divisé E. On comprend qu'en donnant au tube une grande hauteur, on peut multiplier le nombre des spires, et par suite le faire tourner ou détourner d'une grande quantité par les différences de pression ; de sorte que sans mécanisme ni mouvement intermédiaire l'aiguille peut marcher sur une grande étendue de circonférence pour marquer les pressions. Cette disposition modifie tout à fait la forme de l'instrument, mais elle en simplifie aussi beaucoup le mécanisme.

Le système est renfermé dans une espèce de colonne D, qui forme empattement à sa base, pour se fixer sur le sol, et boite à sa partie supé-

rieure pour contenir le cadran et son index; une glace ferme exactement cette boîte et garantit le tout. Avec l'addition de deux aiguilles fixes d' et d'', on peut fort bien connaître les pressions maximum et minimum auxquelles on a marché après un temps donné; c'est une sorte de contrôle que l'on peut alors exercer sur le chauffeur ou le conducteur de la machine. Une telle disposition est applicable à des baromètres ou à des thermomètres pour faire connaître les limites des pressions atmosphériques, ou éviter que dans une serre chaude, une étuve, la température ne dépasse un degré déterminé.

L'auteur applique également, dans certains cas, un éclairage à ces appareils pour qu'on puisse distinguer les divisions pendant la nuit.

Moyen de préserver les instruments de la gelée. — M. Bourdon a apporté aux manomètres en général une addition qui peut être d'une certaine importance dans bien des circonstances. Cette addition a pour objet de préserver les instruments des accidents ou des altérations qui pourraient résulter de la gelée, si on les laissait exposés pendant l'hiver à un froid rigoureux, comme cela arrive dans des usines, et particulièrement sur les locomotives.

L'auteur a imaginé, pour éviter cet inconvénient, de placer entre l'instrument et le robinet C (fig. 5 à 10) qui le met en communication avec la chaudière, une sorte de boîte lenticulaire en cuivre ou en fonte, formée de deux calottes I, I′ (fig. 20), réunies ensemble par des vis ou des boulons, et renfermant à l'intérieur un diaphragme flexible J, en caoutchouc vulcanisé. Il remplit d'alcool faible, ou d'autre liquide non susceptible de se geler à des températures de 15 à 20° au-dessous de zéro, tout le tube manométrique, et la moitié de la lentille qui y correspond.

La clé du robinet C, appliquée près de cette lentille, au lieu d'être simplement traversée par un canal correspondant au tuyau B, est en outre percée latéralement d'un trou *o* destiné à établir à volonté une communication avec l'atmosphère par l'orifice latéral *o′*, pour vider toute l'eau contenue dans la moitié de la lentille.

Au moyen de cette disposition, l'eau provenant de la vapeur qui s'est condensée dans cette partie de la lentille et dans le tuyau qui vient de la chaudière, ne peut se mêler avec l'alcool contenu dans le manomètre puisqu'il y a interruption par le diaphragme en caoutchouc.

Régulateur a gaz. — Une application également intéressante faite par M. Bourdon, avec son système de tube métallique tordu, est celle relative à de nouveaux régulateurs, pour permettre d'obtenir un écoulement régulier de gaz, d'eau ou d'autres liquides, malgré les variations de pression dans le réservoir.

La fig. 21 est une coupe verticale faite par l'axe d'un tel appareil. Elle montre le vase ou cylindre en tôle V, contenant le gaz comprimé, et au centre duquel se trouve le fourreau en métal F, qui est fixé à sa partie supérieure, et qui renferme le tube de torsion A. Une pièce de raccord P

est vissée sur le sommet du vase, et surmontée d'un robinet à clé R ; elle reçoit à l'intérieur une soupape conique *s* qui est ajustée libre sur la tige verticale et filetée *t*, laquelle s'appuie sur le bord du tube, et une garniture de cuir ferme exactement le passage de cette tige. Enfin un petit tube *d* est soudé d'un bout au sommet du raccord qui porte l'enveloppe F, et de l'autre à la partie inférieure du raccord P.

D'après cela il est facile de concevoir le jeu et la fonction de l'appareil.

Le vase ou cylindre V étant rempli de gaz comprimé, si l'on ouvre le robinet R, d'une quantité quelconque, le gaz s'échappe parce qu'il s'établit un courant par les canaux *c* et *c'* et la capacité *e*. Une partie du gaz pénètre par l'orifice ou canal *i* dans le petit tube *d* et par suite dans le tube de torsion A. La pression agissant sur ce dernier le fait détordre et alors il entraîne dans ce mouvement de détorsion la tige filetée *t*, qui ferme la soupape *s*, jusqu'à ce que la pression s'équilibrant avec l'élasticité du tube, cette soupape tienne l'orifice du conduit *c* ouvert au degré convenable pour un écoulement déterminé par le degré d'ouverture du robinet R. A mesure que la pression du réservoir diminue, la soupape s'ouvre de plus en plus pour livrer passage au gaz comprimé et l'écoulement devient constant.

AVANTAGES ET PRIX DES INSTRUMENTS DE M. BOURDON.

Les avantages que présentent les divers instruments que nous venons de décrire, et surtout les manomètres et les baromètres, sont :

1° La facilité de lire les degrés de la pression sur un cadran, qui peut, au besoin, être éclairé et aussi bien apparent la nuit que le jour.

2° La propriété de mesurer des espaces égaux par des différences égales de pression.

3° Leur prix peu élevé, comparativement à la plupart des autres instruments.

4° Leur faible volume qui permet de les placer partout avec la plus grande facilité, et les transporter tout montés sans crainte d'accident.

5° La parfaite exactitude de leurs indications.

6° Leur construction simple, solide et durable.

Le prix des manomètres semblables à celui représenté sur les fig. 5, 6 et 7 est de 50 francs seulement.

Celui des manomètres étalons, qui sont entièrement en cuivre, est de 60 francs.

Le prix des manomètres particulièrement destinés à la marine, et qui sont éclairés pour la nuit, est un peu plus élevé.

Les baromètres et les autres instruments sont également cotés à des prix analogues, et par conséquent très-réduits comparativement à ceux employés jusqu'ici.

NOTICE INDUSTRIELLE.

FABRICATION ET RAFFINAGE DU SUCRE,

PAR M. NEWTON.

Cette invention se rapporte à une méthode perfectionnée de séparation du principe saccharin cristallisable du jus de la canne à sucre ou de la betterave, ou de tous autres jus végétaux, par laquelle on peut obtenir une quantité de sucre plus grande que par aucune des méthodes employées jusqu'à présent; le sucre étant aussi d'une qualité supérieure.

L'invention atteint les buts qu'elle se propose, en traitant la liqueur saccharine par de certains agents chimiques, avec lesquels on prévient avec efficacité la tendance à la fermentation ou au changement chimique inhérente aux jus végétaux, ou bien en précipitant et en séparant le sucre cristallisable de la liqueur où il existe à l'état de composé insoluble, en ajoutant au liquide de certaines substances chimiques qui jouissent de la propriété de se combiner avec le sucre de façon à produire l'effet mentionné.

Je vais maintenant procéder à la description de l'invention sous trois chefs séparés : Le traitement du jus lorsqu'il coule de la canne; la précipitation des particules saccharines, enfin un mode d'opérer la défécation du jus.

Pour ce qui concerne la première partie de l'invention il est bon d'observer qu'une des plus grandes sources de pertes lors de l'extraction du sucre, du jus de la canne ou de la betterave, provient de la tendance du jus exprimé à fermenter ou à subir une transformation chimique quand il se trouve exposé à l'atmosphère; changement qui s'opère aux dépens du principe saccharin contenu dans la liqueur; les éléments de la matière sucrée prenant une autre forme et par suite étant perdus pour le fabricant. A mesure que la fermentation avance, la quantité de sucre cristallisable diminue, c'est donc un point important dans l'ancienne méthode que de presser les différentes opérations, même au prix de grands inconvénients, afin d'empêcher la perte de matières saccharines qui aurait lieu, si le sucre exprimé était tenu un certain temps à l'air avant d'être bouilli. Cependant, malgré toutes les précautions, il se fait toujours une perte très-considérable, par suite du changement qui se produit avec plus ou moins d'étendue dans le jus, et par la quantité de sucre qui reste dans le résidu solide et que l'on perd dans les lavages, etc., et qu'on ne pourrait extraire que si l'on pouvait employer des moyens d'empêcher l'altération chimique qui aurait lieu en mettant ces produits végétaux en contact avec une grande quantité d'eau.

La première partie de la présente invention est relative à l'emploi d'une classe de substances antiseptiques spécifiées ci-après, qui possèdent la faculté d'empêcher la production de ce changement chimique ou fermentation, qui détruit la matière sucrée que le jus végétal contient.

La seconde partie de l'invention se rapporte à la séparation du sucre cristallisable par sa précipitation à l'état de composé insoluble, avec l'un des différents

agents décrits ci-après comme capables d'atteindre ce but; ce procédé peut être employé soit seul, soit combiné avec la première partie de l'invention.

Cette partie se rapporte ici à la préparation des agents de la précipitation, et à leur régénération après qu'ils auront servi à précipiter le sucre.

La troisième partie se rapporte à l'emploi de certains agents chimiques mêlés avec la chaux, ou comme remplaçants de la chaux, ou comme défécateurs ou purificateurs du sucre.

PREMIÈRE PARTIE.

Traitement du jus de la canne, du jus de la betterave, etc., par des agents antiseptiques.

Afin que la dissolution saccharine puisse être empêchée de passer à l'état de fermentation, j'ai adopté le mode de traitement suivant. Aussitôt que la canne est coupée en morceaux, les portions séparées avec les tranches sont plongées dans une dissolution d'acide sulfureux, d'un sulfate acide ou d'une autre substance antiseptique; il importe peu que ce soit à l'état de dissolution ou simplement de mélange avec l'eau.

Le bisulfate de chaux employé au moment où les cellules végétales sont soumises à l'influence de l'air, empêche que l'oxigène n'agisse sur les matières azotées qui existent dans le jus, et ces dernières sont aussi empêchées de passer à l'état de fermentation. La présence de la base ou du sel neutre ne permet pas que l'acide sulfureux se transforme en acide sulfurique libre dont l'action serait préjudiciable pour le sucre. L'acide sulfurique qui se forme ainsi, se porte sur une portion de la chaux en changeant cette base en sulfate, substance qui non-seulement est innocente, mais qui semble jouer un rôle utile dans le procédé.

Le bisulfate de chaux empêche entièrement qu'il y ait un changement chimique dans le sucre cristallisable primitivement présent dans le jus de la canne, et permet l'extraction de la totalité du sucre sous forme cristalline par évaporation soit à l'air soit dans le vide. Pour que ce procédé réussisse complétement, il est nécessaire que l'agent antiseptique soit intimement mélangé au jus de la canne, aussitôt que les cellules qui le contiennent sont brisées, soit en broyant, soit en râpant, soit en tranchant, et que l'on empêche autant que possible l'exposition antérieure du jus à l'air. En agissant ainsi, le jus se trouvera maintenu dans son état normal, et ne subira aucune altération chimique, ni aucune coloration; il n'y aura point de fermentation résultant d'une décomposition ou d'une modification des substances contenues dans le jus; les composés azotés resteront inaltérés et la formation de sels ammoniacaux se trouvera empêchée efficacement; si le bisulfate est employé seulement comme agent de préservation, on n'emploie qu'une très-faible dissolution de ce sel dans l'eau.

La dissolution de bisulfate peut être ajoutée au jus de la canne en l'appliquant sur les cylindres du moulin broyeur, sur ceux de la machine à vapeur ou sur les portions de la canne qui tombent de la machine à trancher.

La liqueur exprimée de la canne tranchée ou qui découle du moulin broyeur, peut être soumise à l'évaporation [illegible] même manière que toute dissolution saline inaltérable à l'air.

[illegible]és centigrades pendant quelques minutes,

et ensuite on la laisse déposer, de sorte que la partie limpide peut être séparée du précipité, c'est-à-dire passée par des filtres pour séparer parfaitement les parties solides tenues en suspension. La liqueur filtrée est ensuite évaporée; cette évaporation peut se faire sans l'emploi de la chaleur; c'est-à-dire par l'exposition d'une grande surface de liquide à l'action de l'air, en assistant l'évaporation spontanée par l'un des moyens que l'on a proposés à cet effet. Cependant on pourra concentrer le liquide dans des chaudières chauffées par un bain d'eau ou par la vapeur, ou d'une autre manière, soit à l'air, soit dans le vide, jusqu'à ce que sa densité à chaud soit d'environ 25° de Beaumé; alors il faudra le filtrer une seconde fois et ensuite l'amener à un degré de concentration tel qu'il permette la prompte cristallisation du sucre, ou si on le préfère, on procédera plus lentement à la cristallisation. Le sucre que l'on obtiendra par cette opération sera dépourvu de la coloration qui se produit d'ordinaire pendant l'évaporation; et la fermentation sera entièrement empêchée, si on ajoute le bisulfite de chaux dans une proportion telle qu'une petite quantité de ce corps reste intacte dans le liquide, jusqu'à ce que l'opération soit terminée.

Ainsi par l'emploi du bisulfite de chaux et de simples filtrages pour séparer les matières en suspension, notre procédé permet de séparer tout le sucre cristallisable du jus exprimé. L'usage du bisulfite de chaux ou des bisulfites acides en général peut être appliqué avec avantage quand le sucre est extrait de la canne par des moyens purement mécaniques, et qu'il faut recourir à une autre opération pour extraire la portion de matière sucrée qui reste dans les rebuts de la canne après l'action du moulin, c'est-à-dire quand le rebut solide de la canne est soumis à des lavages répétés dans le but d'extraire les dernières parties de matières sucrées que la seule pression mécanique ne pourrait pas séparer; dans ce cas, par l'usage du bisulfite on peut obtenir la totalité du sucre cristallisable. La quantité d'eau employée peut être aussi grande que l'on veut sans qu'il y ait perte par la fermentation. Tous les sulfites acides peuvent être employés comme ci-dessus, et les sels neutres sont en état aussi de produire des effets semblables, pourvu qu'ils soient solubles dans l'acide sulfureux, et pourvu que l'acide mis en liberté n'exerce pas une action destructive sur le sucre dans la dissolution; ainsi on peut employer le phosphate neutre de chaux en dissolution dans l'acide sulfureux, pour extraire complétement le sucre cristallisable, le phosphate de chaux étant obtenu des os dans leur état naturel, des os calcinés ou de charbon d'os que l'on peut employer dans la même liqueur.

La moutarde, la créosote, le raifort, le jus acide nitreux, soit seul, soit combiné avec des sels de fer, ou d'autres sels; le tannin, le noir de fumée saturé de créosote, les produits de la distillation de certaines substances bitumineuses, goudron ou bois; l'essence de térébentine, l'aldehyde et d'autres corps analogues; le chlore soit à l'état de gaz, soit en dissolution ou combiné à l'oxigène peuvent tous être employés comme antiseptiques pour l'extraction du sucre de la liqueur sucrée, comme dans le procédé où on emploierait seulement du bisulfite de chaux. Il faudrait conduire l'opération de façon à ce que, à l'eau mère plus ou moins riche en sucre cristallisable, on ajoutât les liqueurs saccharines provenant des écumes de la défécation, les eaux des filtres, des lavages de l'appareil, les mélasses etc. Cette méthode de travail, par laquelle on peut utiliser toutes les substances de rebut, est imperméable suivant l'ancien système; mais on peut l'employer avec avantage quand on se sert du bisulfite ou de tout autre agent antiseptique.

DEUXIÈME PARTIE.

Séparation du sucre cristallisable des liqueurs sucrées, combiné avec la baryte, la strontiane, la chaux, ou avec d'autres acides métalliques.

1° L'hydrate de baryte ajouté en quantité convenable à la mélasse produit le résultat suivant : La baryte entre en combinaison avec le sucre et forme un saccharate de baryte insoluble, qui lavé avec de l'eau peut être considéré comme une substance pure et non souillée par le mélange d'aucune matière étrangère.

2° De la même manière qu'on applique la baryte au jus exprimé de la canne à sucre ou de la betterave, préalablement déféqué par le moyen de la chaux, le principe saccharin sera séparé sous une forme insoluble, combinée avec la baryte, et on pourra isoler ainsi 97 p. 100 de la totalité du sucre cristallisable qui se trouve dans la liqueur, il n'en restera en dissolution que 3 p. 100, en combinaison avec la baryte.

3° Le saccharate de baryte ainsi produit étant traité par un acide qui forme un sel insoluble avec la baryte, tel que l'acide carbonique, l'acide sulfureux ou l'acide sulfurique, fournit du sucre cristallisable à l'état de dissolution parfaitement pur et capable de produire du sucre raffiné sans aucune préparation ultérieure.

4° Le jus de la canne ou les mélasses étendues d'eau et traitées à froid par de la chaux en excès, formeront avec cette dernière un saccharate soluble, dont la composition paraît varier suivant la densité du liquide sucré quand on le mélange avec la chaux ; par l'ébullition, le saccharate de chaux soluble se change en tout ou en partie en saccharate insoluble qui cependant n'est stable que quand la liqueur reste chaude.

5° L'oxyde de strontiane et le protoxyde de plomb précipitent également le sucre cristallisable de ces dissolutions; mais le premier exige qu'on l'emploie à un grand excès, et le second doit rester en contact avec la matière saccharine pendant un temps très-considérable, et même, après tout, cela n'opère qu'imparfaitement la séparation du sucre.

Séparation du sucre cristallisable par la baryte.

Quand on applique ce procédé au jus de la canne, il faut que ce dernier soit d'abord soumis à une défécation par la chaux, sans avoir égard s'il a d'abord été traité soit par la chaux, soit par le sulfite acide de chaux. Le jus ainsi épuré est transporté pendant qu'il est chaud, dans une chaudière semblable à la chaudière à défécation ; la baryte mise d'abord à l'état d'hydrate est maintenant ajoutée à la liqueur sucrée, dans la proportion de 50 à 60 parties de baryte caustique, contre 100 parties de sucre cristallisable contenu dans la liqueur. Le mélange est agité ...nt pour aider à la dissolution de la baryte; il est ensuite porté à l'ébullition; ... saccharate de baryte commence à se former, et au bout de quel- ...ntre le sucre et la baryte sera complète. On laisse ensuite ...é puisse se déposer. L'eau mère contenant ...lors être enlevée, et le précipité complète- ..., par l'appareil de déplacement ou mieux

encore par l'appareil à force centrifuge actuellement en usage pour la défécation du sucre.

Le saccharate lavé et préparé contient, suivant le degré de pression auquel il aura été soumis, environ 50 p. 100 de sucre, 20 p. 100 de baryte et 28 p. 100 d'eau. En traitant le saccharate de baryte avec l'eau acidulée par l'acide sulfurique, la baryte s'en sépare sous la forme de sulfate insoluble et le sucre est mis en liberté dans la liqueur à l'état de sirop plus ou moins concentré. 25 quarts d'eau (1 quart = 1 lit. 135,8) et 28 livres d'acide sulfurique à 66° de Beaumé, forment le mélange dont la force est la plus convenable pour la décomposition du saccharate de baryte constitué comme il a été décrit plus haut. Quand on ajoute l'acide étendu au saccharate, il ne faut en mettre qu'une petite quantité à la fois pour prévenir la présence de l'acide sulfurique libre qui agirait d'une manière préjudiciable au sucre. Il faut aussi que l'addition de l'acide ait lieu à froid; il est donc désirable que l'on ajoute l'acide étendu par petites parties successives à la totalité du saccharate, la masse étant remuée pour favoriser l'action chimique de l'acide sur la baryte; quand on pense que tout le saccharate de baryte est décomposé, on peut ajouter un léger excès d'acide sulfurique, de façon à assurer complétement la décomposition de tout le saccharate; ensuite on pressera la masse sans perdre de temps afin de séparer le sirop du composé de baryte qui est insoluble, et le mélange ne doit jamais être abandonné longtemps à lui-même en présence d'acide libre; si les circonstances empêchent de le traiter immédiatement pour en séparer le sirop, il faudra le laisser avec une réaction alcaline.

Le sirop acide séparé du sulfate de baryte par la presse devra être neutralisé par l'addition d'un peu plus de saccharate et par le traitement de la liqueur avec un peu de sulfate de chaux, on effectuera l'éloignement complet de toute la baryte en excès qui pourrait exister. Le précipité de sulfate de baryte pourra être soumis à des lavages et à des pressions répétés pour en enlever tout le sirop, et on pourra convenablement le priver de ces dernières portions de matières sucrées par les procédés décrits pour purifier le saccharate lui-même.

En suivant le procédé décrit ci-dessus, on peut obtenir un sirop d'une densité de 15 à 20 degrés de Beaumé, et qui peut être de suite soumis au procédé ordinaire de raffinage en fournissant un sucre d'une grande pureté propre aux usages du commerce.

Pour appliquer ce procédé d'une manière convenable aux mélasses du commerce, il sera nécessaire de commencer par porter la liqueur à une densité de 20 à 25 degrés de Beaumé. Si le liquide est préparé avec des mélasses qui contiennent du sucre incristallisable, on commence l'opération par faire bouillir le liquide avec une certaine quantité de chaux, dans la proportion d'une partie de chaux à cinq de sucre incristallisable existant dans la dissolution.

Après que l'on aura fait bouillir avec la chaux, on mettra en œuvre le traitement avec la baryte suivant la description qui a déjà été donnée : la baryte ajoutée à la dissolution sera dans la proportion de 50 à 60 parties contre 100 de sucre cristallisable. La baryte que l'on emploiera pour cela devra être à l'état d'hydrate mêlée et bouillie avec de l'eau, et la liqueur saccharine devra aussi être bouillie et bien remuée après l'addition de la baryte, afin de favoriser la formation du saccharate. La séparation entre l'eau mère et le précipité pourra se faire de la manière déjà décrite, en conservant dans un but d'économie, l'eau mère et les eaux des lavages pour dissoudre une nouvelle quantité de mélasse, de façon à les amener au

degré de densité le plus convenable pour l'action de la baryte sur la liqueur sucrée.

On pourra, dans le procédé que nous venons de décrire, substituer à la baryte caustique ou à son hydrate, le sulfure de baryum, produit composé dont la formation précède celle de la baryte caustique dans la revivification de cette substance par le sulfate de baryte. Si on emploie le sulfure de baryum, il faudra éviter de faire usage de vases en cuivre dans les différentes opérations qui devront s'effectuer dans des vases en bois, en fonte ou en zinc, ces métaux n'étant pas sensiblement attaqués par le soufre.

Dans la partie du procédé qui se rapporte à la décomposition du saccharate de baryte par l'acide sulfurique, on peut employer une modification du procédé ; au lieu de faire usage d'acide sulfurique, on peut ajouter une quantité équivalente de sulfate de chaux au saccharate; le résultat en sera la formation d'un sulfate de baryte insoluble, par double décomposition, et d'un saccharate de baryte extrêmement soluble à froid ; en employant un léger excès de sulfate de chaux, on sera assuré de la décomposition complète du saccharate de baryte.

Le saccharate de chaux contenu dans la dissolution pourra être décomposé par l'acide sulfurique, l'acide carbonique ou l'acide sulfureux, qui tous en sépareront la chaux sous forme insoluble, et on atteindra ainsi une dissolution du sirop suffisamment pure pour fournir du sucre raffiné de première qualité.

Si on fait usage d'acide carbonique pour séparer la chaux, on pourra obtenir du gaz par l'un des procédés ordinaires; par exemple par la combustion du charbon, par la calcination de craie dans un lieu fermé, par la décomposition de carbonates alcalins, et plus spécialement par l'action des acides hydrochloriques ou sulfuriques sur la chaux.

Le saccharate de baryte en suspension dans l'eau pourra être décomposé en faisant passer dans le liquide un courant de gaz acide sulfureux; la baryte s'en sépare alors à l'état de sulfate insoluble. On pourra obtenir l'acide sulfureux que l'on emploiera dans cette opération par la combustion du soufre ou d'un sulfure ou par le grillage d'un précipité de soufre et d'hydrosulfite de baryte obtenu par le traitement, par l'acide sulfureux, de l'eau mère du précipité qui se forme quand on ajoute du sulfure de baryum à la dissolution saccharine.

Séparation du sucre cristallisable combiné à la chaux.

Le jus de la canne que l'on emploie dans ce procédé devra être préalablement déféqué avec de la chaux, puis refroidi à 50 degrés centigrades, et ensuite traité de nouveau par la chaux dans la proportion de 25 parties d'hydrate de chaux contre 100 de sucre cristallisable contenu dans la liqueur. Ainsi, un liquide qui contient 22 livres de sucre exigera environ 6 livres d'hydrate de chaux ; le mélange est ensuite chauffé jusqu'au point d'ébullition. Le saccharate de chaux, qui est insoluble à la température de l'ébullition de l'eau, est alors séparé par le filtrage, en employant l'espèce de filtre connu sous le nom de filtre Taylor. Cette séparation pourra se faire aussi par le moyen d'une presse disposée de façon à être maintenue à la température de 100 degrés par la vapeur.

Le saccharate de chaux que l'on obtient par cette première séparation contient, si l'opération a été bien dirigée, environ 58 p. 100 du sucre qui existait dans la liqueur. Le saccharate contient cinq équivalents de base contre un équivalent

d'acide saccharique ; l'eau mère obtenue dans cette opération est refroidie artificiellement, ou on la laisse se refroidir spontanément ; elle est ensuite de nouveau traitée par la chaux dans la proportion de 3 à 4 livres contre 25 gal. de la liqueur ; on porte le mélange à l'ébullition pour précipiter le saccharate qui devient insoluble à 100 degrés, et la séparation se fait précisément par les mêmes moyens que nous venons de décrire. Quand on traite ainsi le jus de la canne, il est nécessaire de répéter l'opération au moins quatre fois. En général, on peut dire qu'il est nécessaire seulement de répéter le traitement plus ou moins fréquemment, suivant le degré d'épuisement que l'on désire produire sans concentrer le liquide.

Les différentes portions de saccharate qui sont produites dans le procédé ci-dessus, sont mélangées avec de l'eau et traitées par un acide qui, comme l'acide carbonique ou l'acide sulfureux, formera avec la chaux un composé insoluble ; la matière sucrée étant ainsi séparée de la chaux sous la forme d'un sirop tout prêt à fournir, étant raffiné par le traitement en usage, du sucre bon pour les usages du commerce.

Séparation du sucre cristallisable par la strontiane.

Ce que l'on a dit en décrivant la méthode de séparation du sucre par la baryte, est applicable, sous tous les rapports, à l'emploi de la strontiane ; cette dernière est cependant inférieure à la baryte, d'abord à cause de la grande quantité qu'il en faut pour produire le même effet, et ensuite à cause de cette circonstance que le saccharate de strontiane est soluble dans l'eau pure.

Séparation du sucre cristallisable par l'oxyde de plomb.

Quand on emploie dans un tel but l'oxyde de plomb, il faut le garder un temps considérable en contact avec le jus afin qu'il produise la précipitation du sucre. Ce que l'on a déjà dit touchant la décomposition du saccharate de baryte par l'acide carbonique s'applique aussi à l'oxyde de plomb. Pour compléter cette explication, il faudrait peut-être ajouter que les différents procédés décrits ci-dessus relativement au jus de la canne, peuvent être appliqués avec un succès égal à la séparation du principe sucré cristallisable, de tout autre sucre végétal. Il y aurait à dire encore que les nouvelles méthodes qui constituent la présente invention peuvent être employées, soit seules, soit combinées l'une avec l'autre, soit enfin combinées avec une quelconque des anciennes méthodes de travail. Ainsi le raffineur de sucre peut appliquer ces procédés à du sucre brut, à des mélasses ou à des sirops à tous les états de fabrication ; il peut employer l'ancienne méthode pour le premier jet de son sucre, et appliquer le nouveau procédé seulement pour les sirops dans le second et le troisième travail, ou enfin, l'appliquer seulement aux mélasses. Le planteur peut, quand il aura épuisé la canne par le procédé ordinaire, obtenir encore une nouvelle quantité de matière sucrée des rebuts de la canne par des lavages à chaud ou à froid ; ces eaux de lavages étant déféquées pourront être privées de la totalité de leur sucre par les agents précipitants employés dans les nouveaux procédés, ou bien elles pourront servir à délayer les mélasses que l'on veut soumettre au traitement barytique. Des sucres obtenus par des procédés ordinaires contenant beaucoup de couleur, on pourra facilement les séparer de leurs mélasses par les procédés d'Howard ou de Schutzenbach, et après qu'on aura clarifié et décoloré leurs mélasses, on pourra les soumettre avec avantage au traitement barytique.

Production et restauration, ou reproduction de la baryte employée dans la fabrication du sucre par le nouveau procédé.

On peut employer tous les procédés connus pour produire ou régénérer l'hydrate de baryte, cependant il est préférable de prendre pour base des opérations le sulfate de baryte, parce que c'est une substance que l'on rencontre abondamment dans la nature et qu'on peut l'obtenir à un prix très-bas; mais le carbonate ou le sulfite de baryte pourrait peut-être être employé avec autant d'avantage.

Quel que soit le procédé que l'on emploie, la première chose à faire sera de se procurer de la baryte à l'état sus-indiqué; le saccharate de baryte sera alors formé par l'action de la baryte sur le jus de la canne ou les mélasses; le saccharate est décomposé en faisant passer un courant d'acide carbonique dans le fluide où le saccharate se trouve en suspension. Le carbonate de baryte peut être décomposé à une température élevée dans une cornue en terre ou dans un fourneau à réverbère, sous l'influence d'un courant de vapeur surchauffée, ou bien le carbonate peut être mélangé avec environ 15 à 20 p. 100 de charbon, et chauffé soit avec, soit sans introduction de vapeur, ou bien le carbonate peut être décomposé par l'acide nitrique, et le gaz acide carbonique qui se dégagera ainsi pourra être employé à décomposer une nouvelle portion de saccharate de baryte. Ce qui suit est la manière d'opérer quand on emploie le sulfate de baryte.

Le sulfate de baryte en poudre, tel qu'on le rencontre dans le commerce, sera mêlé intimement à 45 p. 100 de son poids, de charbon broyé, puis le mélange sera calciné à une haute température dans un fourneau à réverbère; quand la sulfuration ou plutôt la désoxydation sera complète, on déchargera le fourneau, et on laissera la charge se refroidir sans être exposée à l'air; ensuite le mélange sera dissous dans l'eau dans laquelle il est très-soluble. Le résidu insoluble, s'il y en a un se composera de sulfate de baryte non décomposé; ce résidu pourra être ajouté à une nouvelle quantité de sulfate, et soumis à l'action du fourneau, comme précédemment.

Si on emploie le sulfite de baryte pour produire le sulfure de baryum, il faudra le chauffer précisément de la même manière que le sulfate, dans un fourneau à réverbère: le résultat de cette opération sera le même, c'est-à-dire que l'on produira du sulfure de baryum, mais dans le cas où l'on emploierait le sulfite, il faudrait moins de charbon pour effectuer la réduction que quand on emploie le sulfate.

La dissolution de sulfure de barium, préparée comme nous venons de le dire, peut être de suite employée dans le traitement du sucre, suivant le procédé décrit dans une précédente partie de cette spécification. Pour produire de la baryte caustique avec le sulfure de barium, outre le procédé par lequel on convertit le sulfure en nitrate, il y a deux autres méthodes que l'on peut employer. Parmi les oxydes métalliques, les protoxydes hydratés de fer et de zinc produisent cette transformation, mais l'oxyde de cuivre est préférable à tous deux, tant sous le rapport de l'économie que de l'effet qu'il produit sur le composé de baryte. L'oxyde de cuivre, ajouté en quantité équivalente au sulfure de barium, se transforme en sulfure de cuivre insoluble, en séparant le barium du soufre avec lequel il était précédemment combiné, et en le laissant dans la dissolution à l'état de baryte caustique; cette dissolution pourra servir de suite à la précipitation du sucre, ou bien on pourra séparer la baryte de sa dissolution par voie de cristallisation à l'état d'hydrate de baryte. Le sulfure de cuivre qui se produit, lors de cette opération,

est ramené ensuite à l'état d'oxyde par le grillage dans un fourneau à réverbère, et l'acide sulfureux qui se produira alors pourra servir avantageusement si l'on emploie les sulfites acides pour la séparation des matières saccharines. La dissolution de sulfure de barium, quand elle est concentrée au degré convenable, donne naissance à une cristallisation abondante. La masse cristalline, qui se compose de sulfure de barium, est ensuite exposée à l'action de l'air (débarrassé d'acide carbonique) ; le sulfure s'oxyde et se change de baryte ; ce dernier corps est insoluble, et on le séparera par des lavages à chaud.

Troisième partie.

Nettoyage ou purification du jus sucré par l'emploi de certains composés défécateurs.

Le bisulfite de chaux et les bisulfites ou sulfites acides en général peuvent être employés comme moyens de déféquer ou de purifier le jus de la canne ou tous autres jus végétaux contenant la matière sucrée, permettant par conséquent l'extraction du sucre sans l'intervention d'aucun autre agent. L'opération de la défécation pourra s'effectuer de la manière suivante : Le liquide exprimé de la canne est d'abord soumis à de certaines opérations mécaniques, dans le but d'écarter les parties solides impures. Ensuite une dissolution de bisulfite de chaux à 10 degrés de Baumé sera ajoutée dans la proportion de 1 p. 100 du poids primitif de la canne; cependant un excès de cette dissolution ne produira pas d'effet dommageable, et la quantité pourra aller à 10 p. 100 du poids de la canne sans causer de perte de sucre ou ni aucun autre inconvénient. Après le traitement par le bisulfite de chaux, si l'on applique la chaleur à la dissolution, une partie du bisulfite se transforme en sulfite neutre, qui se précipite en se coagulant, et entraîne les matières albumineuses contenues dans la dissolution. Il faut maintenant laisser reposer le mélange afin que la matière solide se dépose ; la liqueur est ensuite coulée et séparée de tout le précipité par le filtrage. Le liquide peut maintenant être concentré par évaporation exactement de la même manière et avec les mêmes précautions qui ont été décrites dans la première partie de cette spécification, et le principe sucré pourra être obtenu du fluide par cristallisation. Tout ce traitement ressemble exactement à celui que l'on emploie quand on se sert des bisulfites ou des sulfites acides seulement comme un moyen pour empêcher la fermentation dans le liquide saccharin, et que l'on a déjà décrit en détail. On peut employer tous les bisulfites ou tous les sulfites acides pour la défécation du jus de la canne ou des autres liquides saccharins ; de même aussi les sels neutres qui sont solubles dans l'acide sulfureux, pourvu que l'acide déplacé ne puisse pas réagir de manière à porter préjudice au sucre cristallisable.

Par ces procédés, la totalité du sucre qui est contenue dans le jus de la canne pourra être obtenue à l'état de pureté, et par l'emploi des agents de précipitation décrits ci-dessus, le sucre retenu par la liqueur pourra être entièrement séparé. Cela donne une grande valeur à la partie de l'invention qui se réfère à la préservation des liquides sucrés de la fermentation, chose par laquelle une portion du sucre cristallisable serait perdue. Le planteur devrait d'abord porter son attention particulièrement sur le procédé pour préserver la fermentation par le bisulfite de chaux, car l'application des agents précipitants détruit le sucre incristallisable qui forme un composé colorié avec la chaux, et agit d'une manière préjudiciable dans

le procédé pour clarifier les saccharates insolubles. L'état alcalin étant à désirer dans la fabrication du sucre, on recommande fortement dans les cas où l'on n'emploierait pas le bisulfite de chaux ou d'autres agents antiseptiques, de rendre la dissolution alcaline par le moyen de la chaux que l'on ajoutera avec un grand soin, soit à la machine à râper, soit au moulin à trancher.

En résumé, l'invention patentée au nom de M. Newton est basée sur :

1° L'usage des bisulfites ou des sulfites acides (surtout le sulfite acide de chaux, comme agents préservateurs de la fermentation et comme dépurateurs des jus végétaux contenant du sucre cristallisable.

2° L'emploi des diverses substances antiseptiques décrites ci-dessus, employées comme préservateurs de la fermentation dans les liqueurs sucrées.

3° L'emploi de la baryte, de la strontiane et des sulfures de barium et de strontium, de la chaux, et d'autres oxydes métalliques pour la précipitation et la séparation du sucre cristallisable à l'état de saccharates insolubles.

4° La manière de produire les saccharates sus-mentionnés, et d'en séparer le sucre à l'état de pureté.

5° L'emploi des bisulfites et des sulfites acides (particulièrement le sulfite acide de chaux), comme défécateurs des liquides contenant la matière saccharine cristalisable.

OBSERVATION.

La description qui précède comprend, comme on vient de le voir, plusieurs procédés qui ne sont autres que des copies prises sur divers brevets français.

Par le système déplorable et criant adopté jusqu'ici en Angleterre, on avait la faculté, ayant six mois après l'obtention du grand sceau, pour fournir les dessins et la spécification d'une patente, de réunir dans cette dernière les différents moyens se rattachant plus ou moins directement au titre général, et que l'on prenait impunément à divers inventeurs, c'est-à-dire que l'on commettait de véritables spoliations.

Nous avons l'espoir que par le nouveau projet de loi qui s'élabore en ce moment dans ce pays, il n'en sera plus ainsi. Déjà il ne suffit plus, aujourd'hui, en formant une demande de patente, de donner le titre seulement, il faut déposer une première spécification et un dessin, s'il y a lieu, faisant connaître le principe de l'invention que l'on désire faire privilégier.

On demande en outre de réduire notablement les frais de ces patentes, qui sont si exorbitants, et d'accorder plusieurs années pour effectuer le payement de la taxe.

PRESSES A BALANCIER.

PRESSE A VAPEUR,

POUR LE GAUFRAGE, LA RELIURE,

Construite par **M. BERNARD STEINMETZ**,

MÉCANICIEN A PARIS.

(PLANCHE 30.)

Les presses à balancier sont des machines considérablement répandues dans l'industrie. Appliquées à une foule de fabrications, elles sont construites sur des formes et des dimensions très-variables. Quoique ces instruments soient aujourd'hui bien connus, comme on en construit actuellement avec des dispositions particulières, il nous a paru utile d'en donner les dessins et la description, en faisant voir les applications spéciales que l'on en fait depuis quelque temps.

Parmi ces presses se distingue celle de M. Bernard Steinmetz, mécanicien à Paris, qui s'est beaucoup occupé de ce genre d'outils, et à qui l'on doit d'intéressantes améliorations dans plusieurs genres de fabrications, comme dans la reliure, la bijouterie, l'imprimerie, etc.

Cette presse, représentée en élévation, fig. 1, en plan, fig. 2, en coupe verticale, fig. 3, et en section horizontale, fig. 4, est particulière par l'application que le constructeur a su y faire de la vapeur, propre à donner un certain degré de chaleur à la matrice. Cette application est nécessaire pour effectuer le gaufrage sur les couvertures de livres que l'on veut relier avec luxe. La surface sur laquelle on opère étant quelquefois de grande dimension, et les dessins ou les ornements que l'on veut reproduire présentant souvent des saillies assez prononcées, la chaleur transmise à la matrice qui doit opérer facilite beaucoup le travail, et permet d'obtenir de fort beaux résultats, en donnant au gaufrage un aspect lisse et uni qui fait ressortir parfaitement tous les détails de la gravure.

On voit que cette presse se compose d'une forte cage en fonte A, fondue

de la même pièce avec son patin à nervure B, lequel s'élargit à chaque extrémité, suivant des oreilles *a*, *b*, qui permettent de l'assujétir très-solidement, soit sur un fort dé en pierre C, en le traversant par six boulons à écrous, soit sur des pièces de charpente. La partie supérieure renflée de cette cage reçoit un long écrou en bronze D, qui y est ajusté de force en formant plusieurs gradins légèrement coniques, et terminés par une partie filetée à pas triangulaire et serré, sur laquelle se visse la rondelle à moulure *c* qui repose sur le sommet de la cage en recouvrant et retenant l'écrou. L'intérieur de celui-ci, après avoir été alésé convenablement, est fileté sur le tour pour recevoir la vis à filets carrés E, qui est en fer, de 105 mill. de diamètre. Cette vis se prolonge au-dessus, pour recevoir, d'une part, le volant en fonte F, et de l'autre, le balancier ou la verge en fer G, qui se termine à chaque extrémité par les boules ou lentilles H. On relie à volonté cette verge au volant, au moyen des deux supports à fourche I qui sont rapportés sur celui-ci. Cette disposition a l'avantage de donner au balancier une plus grande énergie, sans augmenter le poids des boules, et, en même temps, une plus grande régularité. Des poignées en fer J, fixées à égale distance sur la circonférence du volant, permettent de lancer le balancier, et, par suite, de faire mouvoir la vis en se plaçant d'un côté quelconque de la cage.

Une douille en fonte K, à deux branches, est aussi rapportée sur la partie non filetée de la vis, au-dessous du volant, mais ajustée libre de manière à ne pouvoir tourner sur elle-même. Aux deux oreilles de cette douille sont suspendues les tiges verticales en fer L, qui, descendant dans les guides *d*, fondus avec la cage, se relient par leur partie inférieure aux oreilles du nez proprement dit, ou du porte-matrice M. Ce nez est fondu creux dans une certaine partie, afin d'y recevoir la vapeur qu'on fait venir d'une chaudière par un petit tube *e*, et qui, circulant dans l'intérieur du porte-matrice, lui transmet une certaine chaleur, et en sort par un autre tube semblable. Des espèces de trous d'homme fermés par le couvercle *f*, ont permis de percer ce porte-matrice en regard des tubes, pour le mettre en communication avec le canal intérieur. Un grain d'acier *g* est rapporté au centre du nez, pour recevoir le bout aciéré de la vis E, qui s'appuie par l'extrémité sur toute sa surface tout en tournant sur elle-même, soit en descendant, soit en remontant. La matrice qui doit opérer l'impression ou le gaufrage n'est autre qu'une plaque d'acier N (fig. 3 et 5), ajustée à queue d'hironde à la base inférieure du nez, et gravée sur la face apparente selon les dessins, les filets ou les ornements que l'on veut reproduire sur la couverture du livre. Pour opérer, il suffit alors de placer cette couverture sur la surface horizontale et dressée d'une sorte de chariot P dont on peut régler exactement la position par rapport au centre de la vis, en le faisant glisser entre les deux coulisseaux parallèles *i*, fixés sur la base du patin B au moyen de la petite vis de rappel *h* dont le collet est engagé sur le sommet du support coudé *j*. En tournant cette vis par la petite manivelle *k*, on fait

avancer ou reculer le chariot P dans l'épaisseur duquel elle est taraudée. Sur ce même chariot se placent les équerres en fer O, qui servent de guides pour placer la couverture à gaufrer dans la position la plus convenable.

Un ouvrier est occupé, pendant l'opération, à poser et à retirer successivement chacune des couvertures, pendant qu'un autre est appliqué aux poignées du volant, pour le faire tourner dans la direction convenable et obliger la vis de rappel E à descendre. Lorsqu'il donne un coup très-vif, ce qui a lieu quand la surface sur laquelle on opère est grande, ou lorsque les gravures ont des saillies très-prononcées, il doit lancer le volant et le quitter immédiatement. Le contre-coup, après que la matrice a frappé, fait naturellement remonter la vis, dont les filets sont, à cet effet, suffisamment rampants.

Avec des matrices de rechange, on peut évidemment faire divers genres de couvertures, et satisfaire ainsi à tous les goûts artistiques.

PRESSE A DEUX VIS,

POUR PERCER ET DÉCOUPER LES FEUILLES DE TÔLE.

Construite par **M. KURTZ**, à Paris.

(PLANCHE 30.)

Dans les moulins à blé, et dans quelques autres industries, on emploie beaucoup de feuilles de tôle ou de cuivre, percées d'un grand nombre de trous plus ou moins rapprochés, et de formes et de dimensions différentes. Ainsi, les tarares, les cylindres verticaux, et en général les appareils propres à nettoyer les blés, sont garnis de tôle crevée, c'est-à-dire percée de trous ronds ou triangulaires, produits par des poinçons qui, en crevant le métal, laissent d'un côté une bavure assez prononcée, afin de former par leurs aspérités une râpe énergique. Pour les émotteurs, les cribleurs, etc., on emploie des feuilles découpées en trous ronds et rectangulaires, par des poinçons et des matrices qui enlèvent entièrement le métal, et ne laissent par suite aucune aspérité. M. Cartier, et, après lui, quelques mécaniciens, ont établi des machines ingénieuses et spéciales pour produire ce percement ou ce découpage avec célérité et économie.

La presse exécutée, il y a seulement deux ans, par M. Kurtz, pour la maison Vachon père, fils et Cie, à Lyon, sur les indications que nous lui avons communiquées, remplit, au besoin, le double but de crever et de découper, en opérant à la fois sur toute la largeur de la feuille métallique.

La fig. 6 est une élévation, vue de face, de cette presse, son sommier inférieur coupé. — La fig. 7 en est une section transversale, faite par l'axe de l'une des vis. — La fig. 8 est un plan vu en dessus, et la fig. 9 une section horizontale faite suivant la ligne brisée 1-2-3-4.

On voit qu'elle se compose de deux colonnes principales en fer forgé A,

qui relient le sommier inférieur en fonte B avec le sommier supérieur C, qui est également en fonte. Celui-ci reçoit deux écrous en bronze D, de forme légèrement conique, traversés par les vis de rappel à trois filets E. Ces vis se relient entre elles par des manivelles en fer forgé F, ajustées sur leur tête, et par la courte bielle G, qui s'assemble avec celles-ci par articulation. L'une de ces vis porte en outre au-dessus des manivelles la grande verge en fer H, aux extrémités de laquelle sont rapportées les boules ou lentilles I. Une tige verticale en fer J, terminée par une poignée à sa partie inférieure, sert à appliquer la puissance de l'homme qui doit agir sur le balancier. On comprend sans peine qu'à chaque coup qu'il donne, le mouvement se transmet d'une vis à l'autre, et comme elles sont exactement de même pas, elles montent et descendent toujours de la même quantité.

Chacune de ces vis, dont le bout est aciéré, s'ajuste dans les douilles carrées K, où elles sont retenues par des bagues en acier *a* et *b*, qui ne les empêchent pas de tourner sur elles-mêmes, tout en montant et descendant avec elles. Les douilles K sont ajustées avec le plus grand soin dans l'entretoise en bronze L, qui est faite en deux parties, reliées entre elles par des vis et boulonnées sur les deux colonnes A, à la hauteur convenable. A la base inférieure des deux douilles K sont rapportés à vis les nez ou cylindres en fer tourné M, dans lesquels sont ajustées les portées cylindriques *c* du porte-poinçon N. Ce dernier n'est autre qu'une pièce rectangulaire en fer forgé, dressée avec soin sur toutes ses faces, et portant à sa base deux coulisseaux *d* (fig. 10), entre lesquels s'ajuste à queue d'hironde la règle en acier *e*, sur toute la longueur de laquelle sont rivés deux rangs de poinçons d'acier fondu trempé qui sont destinés à traverser successivement les feuilles de tôle qu'on veut percer ou découper. Ces poinçons sont de forme cylindrique, bien calibrés, lorsque l'on veut pratiquer des trous ronds; ils sont rectangulaires pour les trous qui doivent avoir cette forme. Quelquefois aussi on les met alternativement ronds et rectangulaires, comme, par exemple, pour les tôles découpées employées dans les cylindres cribleurs.

Pour que ces poinçons soient parfaitement maintenus dans la direction verticale qu'ils doivent toujours occuper, et pour qu'ils ne puissent se déranger en aucune manière, ils sont guidés dans la traverse horizontale aciérée O, qui est fixée par des vis à tête perdue dans l'entretoise P, laquelle sert elle-même de guide au porte-poinçon N; et afin que cette entretoise et cette traverse ne puissent être soulevées avec le porte-poinçon quand il remonte, le constructeur a appliqué à leur extrémité les touches ou brides en fer Q qui ont leur point d'attache en *f*, sur les colonnes A, et dont on règle la position exacte au-dessus de la matrice, par les chapes en fer R, qui se vissent à écrou vers les bords du sommier inférieur B. Le guide aciéré O repose par ses extrémités sur des cales *i*, rapportées vers les bouts de la matrice en acier S, laquelle est percée de deux rangées de trous de même forme et de mêmes dimensions que les poinçons, afin de recevoir ceux-ci lorsqu'ils traversent l'épaisseur de la tôle T. Cette matrice,

dressée sur toutes ses faces avec le plus grand soin, se fixe par des vis à tête perdue sur la dame en fonte U, qui est elle-même tenue solidement sur le sommier inférieur B.

On emploie nécessairement des matrices de rechange qui se rapportent sur la même dame, suivant les systèmes de trous que l'on veut percer. Quoi qu'il y ait deux rangs de poinçons, on ne perce généralement qu'une rangée de trous à la fois, l'autre rang sert de guide pour indiquer l'écartement qui doit exister entre chaque rangée de trous.

Pour faire avancer la feuille de tôle T, on emploie deux rouleaux ou cylindres en fer V, disposés l'un au-dessus de l'autre comme un laminoir, et qui en tournant dans le sens convenable, comme l'indiquent les flèches de la fig. 10, appellent la feuille qu'ils pincent entre eux; ce mouvement n'a lieu que par intermittence et à la main; il n'est pas facile de profiter à cet effet de l'action du balancier, parce que les feuilles de métal, à mesure qu'elles se percent, se dilatent ou se détendent et qu'il faut tenir compte nécessairement de cette dilatation qui les rend plus ou moins cintrées, lorsqu'on les fait avancer.

Ce genre de machine, construite dans différentes dimensions, rend aujourd'hui de grands services dans la meunerie et dans quelques autres industries où l'on fait usage d'une grande quantité de feuilles de tôle ou de cuivre percées ou découpées.

FABRICATION DU SUCRE.

PROCÉDÉ DE M. DUBRUNFAUT.

(*Breveté en France le* 24 *juillet* 1849.)

Le principe de ce procédé consiste dans la précipitation du sucre des dissolutions qui le contiennent, à l'état de saccharates insolubles. Les oxydes métalliques employés pour opérer cette précipitation sont les oxydes de calcium, de barium, de strontium et de plomb, ou les hydrates de ces oxydes.

Les saccharates insolubles sont placés en suspension dans l'eau et traités par des acides qui, comme les acides sulfurique et carbonique, donnent, avec les bases desdits saccharates, des sels insolubles dans l'eau. Par ce moyen le sucre cristallisable se trouve amené à l'état de pureté en dissolution dans l'eau, d'où on le sépare par les méthodes ordinaires à l'état de sucre raffiné pur. Les dissolutions de sucre, soit qu'elles viennent de la canne, de la betterave, des mélasses délayées dans l'eau ou autrement, sont traitées à froid par des quantités convenables d'oxyde, puis on chauffe pour opérer, faciliter ou compléter la précipitation du saccharate. Le saccharate de chaux doit être séparé à la température d'ébullition, parce qu'il se redissout à une température inférieure. Les sulfates et les carbonates de baryte et de strontium servent de matière première et de base pour la préparation et la révivification des oxydes de barium et de strontium utiles pour la pratique du procédé. La litharge du commerce suffit pour la production du saccharate de plomb.

TISSUS A MAILLES.

MÉTIERS CIRCULAIRES A TRICOTER
LES BAS, JUPONS, CAMISOLES, ETC.,

Construits par **M. FOUQUET**

Et par **M. NICOLAS BERTHELOT**,

TOUS DEUX MÉCANICIENS A TROYES.

(PLANCHES 31 ET 32.)

Les métiers à tricoter ont atteint aujourd'hui une grande perfection, sous le double rapport de leur organisation et du fini de leurs produits. La plupart des métiers actuels sont établis d'après le système circulaire ou continu, et peuvent fabriquer avec régularité des quantités énormes de tissus avec ou sans dessins. C'est cette nouvelle construction perfectionnée que nous proposons de décrire avec détails, après avoir, toutefois, jeté un coup d'œil rétrospectif sur la suite de perfectionnements qui ont amené cette industrie à l'état florissant qu'elle occupe depuis quelques années.

Autrefois, généralement, comme aujourd'hui, particulièrement, les tricots se faisaient à la main au moyen de deux aiguilles; chaque mouvement faisait une maille.

On imagina alors un métier mécanique dont la propriété était de faire autant de mailles d'un seul coup qu'il y en avait de réparties sur une même ligne droite. L'avantage de ce métier, comme de tous les métiers mécaniques, était de faire beaucoup plus promptement un produit plus régulier qu'à la main, mais son principal inconvénient était de ne pouvoir fournir que des surfaces planes, qu'on est ensuite obligé de couper et de relier par des coutures ou un *remmaillage* additionnel.

Si imparfaite que fût cette découverte, elle devint le germe d'une industrie considérable et la source d'un bien-être hygiénique réel. On s'étonne

donc à bon droit que l'inventeur soit resté dans l'oubli et que les annales industrielles n'aient pas seulement enregistré son nom.

Nous laisserons à ce sujet parler M. Alcan, qui a publié en 1847 un ouvrage intéressant sur les matières textiles. « Nous avons peine à nous figurer que ce vêtement (*les bas*), si nécessaire aujourd'hui, fut longtemps ignoré, et ne fut pendant les premiers siècles de son emploi, considéré que comme vêtement de luxe. Le prix en était tel, qu'il fallait appartenir à la classe privilégiée de la société pour s'en permettre l'usage. Malgré les services signalés rendus par le métier à tricoter, et quoique son origine ne remonte pas au delà du siècle de Louis XIV, le nom de son inventeur n'a pu parvenir jusqu'à nous : les uns attribuent le mérite de la découverte à un Anglais, les autres à un Français (1). »

Une lettre insérée dans le *Journal économique* de l'année 1767, s'explique de la manière suivante :

« Comme vous m'avez demandé que je vous misse par écrit ce que je « sais touchant les bas au métier, voici ce dont je me ressouviens : M. Fran- « çois, qui a gagné la maîtrise d'apothicaire à l'Hôtel-Dieu de Paris, au « commencement de ce siècle, m'a dit avoir connu l'inventeur du métier « à faire les bas. C'était un compagnon serrurier de la Basse Normandie, « qui remit à M. Colbert une paire de bas de soie pour la présenter au roi. « Les marchands *bonnetiers*, alarmés de cette découverte, gagnèrent un « valet de chambre du roi, qui donna plusieurs coups de ciseaux dans les « mailles, de sorte que le roi chaussant ces bas, les mailles coupées firent « autant de trous, ce qui fit rejeter l'invention. Cet homme donna son mé- « tier aux Anglais, qui en ont fait usage et s'en disent les inventeurs. Ce « ne fut que par quantité de stratagèmes, et en exposant la vie de plu- « sieurs habiles gens, qu'on put, depuis, avoir les dimensions des pièces « qui composaient ce métier, pour profiter en France du gain qu'il rap- « portait aux Anglais.

« L'inventeur est mort à l'Hôtel-Dieu, dans un âge avancé. Ceci étant « arrivé au commencement de ce siècle, il est à croire que plusieurs per- « sonnes, et même des savants, l'auront su ; on pourrait donc avoir sur ce « fait de plus grands éclaircissements. »

Il est pénible de voir comme l'histoire de la plupart des grands inventeurs de tous les temps se ressemble.

Le tricot, comme on sait, est un tissu composé d'une série de mailles passées les unes dans les autres de manière à se maintenir réciproquement dans cet état.

La formation de ces mailles et leur disposition s'opèrent, en principe, de la manière suivante : On étend un fil continu sur des aiguilles à crochets analogues à celles représentées en élévation et en plan, fig. 1 et 2, pl. 32, c'est-à-dire s'implantant par leur extrémité *a* dans du plomb ou entre des

(1) Quelques personnes affirment que l'invention première est due à un moine.

barrettes percées et recourbées à l'autre extrémité en forme de crochet flexible *b*; une cavité *c*, appelée *chasse*, sert à recevoir dans de certains moments la pointe de ce crochet. Les platines qui correspondent aux intervalles des aiguilles y forment les plis ou ondulations par leur mouvement; ces plis s'introduisent en même temps sous le bec des aiguilles à crochets (voir les fig. 3 à 8 qui représentent le travail successif du tricot et l'aspect général des mailles) (1). Ce bec étant comprimé par la *presse* (2) et entrant dans la chasse de l'aiguille, les mailles qui ont précédé celles dont nous venons de parler, et qui étaient en retraite ne trouvent plus d'obstacles pour être dégagées des aiguilles qui, dans cet état, ne peuvent plus faire pour elles les fonctions d'aiguilles à crochets; elles passent donc par dessus les dernières mailles qui sont restées sous les becs et se trouvent à leur tour passées dans les premières pour former enfin des mailles. Celles-ci sont mises en retraite comme les précédentes, en attendant de nouvelles mailles et ainsi de suite.

Ceci entendu pour la formation des mailles, arrivons aux moyens mécaniques successifs qui ont été imaginés pour établir les métiers circulaires, et qui servent pour ainsi dire d'éléments à ces derniers.

Dès le 24 février 1796, M. Decroix proposait de fabriquer des bas coupés à la pièce, de la même manière que se confectionnent les habits. Il prenait, à cet effet, un brevet de cinq ans, prétendant que sa méthode était nouvelle et économique (3). C'est par ce procédé que se débitent maintenant les pièces continues obtenues au métier circulaire.

On remarquait à l'Exposition des produits de l'industrie en 1803, un métier à bas qui fonctionnait à l'aide d'une manivelle, et qui exécutait, dit un rapport de la Société d'encouragement publié à cette époque (4), toutes ses fonctions avec la plus grande exactitude. L'inventeur du métier, M. Aubert, de Lyon, reçut la médaille d'or.

Cette simplification d'une machine aussi compliquée que le métier à bas peut être regardée, à juste titre, comme le germe de l'idée qui, plus tard, fit créer les métiers circulaires. En 1809, M. Aubert perfectionnait encore son métier et parvenait à y fabriquer, par jour, dix mètres d'étoffe tricotée continue.

A la même exposition, M. Jeandeau fut aussi très-honorablement cité pour la simplicité de ses métiers et la facilité de leur manœuvre.

Dans ces derniers les platines étaient remplacées par des roulettes dentées, se mouvant dans une ligne parallèle aux aiguilles; les dents de ces roulettes formaient les plis et les faisaient passer en même temps sous les becs des aiguilles.

(1) Ces figures appartiennent à la description du métier Berthelot, mais comme elles représentent un tissu qui n'a jamais changé, quels que soient les moyens mécaniques employés, nous les indiquons pour établir clairement sur quelles données nous raisonnons.

(2) Organe spécial aux métiers et dont le nom indique bien la fonction.

(3) *Brevets expirés*. t. I, p. 358.

(4) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1re année, p. 33.

La presse de l'ancien métier était remplacée par des rosettes de cuivre servant à séparer les platines destinées à ramener les anciennes sur les nouvelles ou à mettre celles-ci en retraite.

MM. Viardot, en 1804, et Dautry, en 1805, établirent également des métiers perfectionnés; celui de M. Dautry se recommandait par l'exactitude dans le travail, la douceur dans les mouvements, son peu d'espace et sa légèreté (Il ne pesait que quinze kilogrammes). Son prix variait, suivant les grandeurs, de 350 à 400 francs.

Le 8 mars 1805, MM. Favreau et Louis Thiébault, l'aîné, prirent un brevet d'invention pour un *métier à bas à manivelle ou à rotation continue*, quoiqu'en principe l'idée ne fût pas nouvelle.

Au dire de l'auteur, ce métier n'exigeait qu'un mois ou six semaines d'apprentissage; il suffisait que l'apprenti sût tenir ses aiguilles droites, monter et démonter un bas, et qu'il connût les rétrécissements.

Le mouvement étant plus rapide et même interrompu, à cause de la légèreté de ses différents jeux, l'ouvrier pouvait, par semaine, fabriquer quinze paires de bas de femme sur le n° 30 ou 20 fin. Ce genre de métiers pouvait, toujours selon l'auteur, recevoir la commande d'un moteur continu (1).

Le 4 mars 1808, M. Julien Leroy, horloger de mérite, à Paris, prit un brevet d'invention de quinze ans (2), *pour une machine appelée* TRICOTEUR FRANÇAIS *propre à fabriquer le tricot de toute largeur et de toute finesse*, dans lequel on remarque la première mention d'une *mailleuse*. Cet organe, que l'auteur désigne par le nom de *lanterne mobile* en fil d'acier, est représenté sur les fig. 1 et 2, pl. 31, et se compose d'un axe *a* portant, d'un côté, la dite lanterne ou mailleuse *b*, et de l'autre, une roue dentée *c*, qui lui communique son mouvement, et qui la guide dans les aiguilles sous un angle de 45°, sans qu'elle y éprouve de frottement. Cette lanterne prend la quantité de fil nécessaire pour la maille, la transporte à la tête des aiguilles, y forme des anneaux réguliers, et fait par conséquent trois actions, savoir : Le *cueillement* ou *cueillage*, la pousse du fil jusqu'à la tête des aiguilles et la fermeture.

Le fonctionnement régulier de cette pièce rendait nécessaire l'emploi d'un pignon mobile également à axe prolongé, portant une rondelle qui ferme les aiguilles en même temps que la maille passe, et qui se trouve poussée par les pignons dans les anneaux déjà préparés de la lanterne.

Cet assemblage se complétait par une roue d'abattage disposée à angle droit, relativement à la tête des aiguilles et destinée à assurer et finir la maille. Un deuxième pignon semblable au premier, mais disposé en sens contraire, prenait à son tour le tricot, le dégageait du bec des aiguilles et le remettait en première position.

La mailleuse de M. Leroy reçut, par la suite, des perfectionnements

(1) *Brevets expirés*, t. VIII, p. 142, pl. 21, et Rapport de M. Desmarets, de l'Institut.
(2) *Brevets expirés*, t. X, p. 209, pl. 12.

dans le placement des lames : celles-ci (fig. 1), au lieu d'être soudées à demeure, étaient au contraire rendues fixes ou mobiles à volonté. C'est la mailleuse perfectionnée que nous avons représentée sur les figures citées précédemment; on y reconnaît le porte-lames en cuivre *d* dans lequel sont logées toutes les lames, l'embase fixe *e* et l'embase mobile *e'* entre lesquelles ces lames sont comprises. Lorsqu'on veut changer ou remplacer l'une d'elles, *b*, (fig. 1 et 2), il suffit d'enlever l'embase mobile avec son écrou et de les replacer dès l'opération terminée. Ce genre de mailleuse tourne sur pointes ou coussinets.

La première idée du métier circulaire paraît appartenir à M. Andrieux, qui, le 8 septembre 1815, prenait à Paris un brevet d'invention de quinze ans, pour un *Métier propre à exécuter, par un mouvement de rotation continue, des tricots circulaires et sans fin, de toutes dimensions, nommé* TRICOTEUR CIRCULAIRE SANS FIN (1).

Ce métier se composait d'une table circulaire en bois, autour de laquelle étaient ajustées séparément des aiguilles semblables à celles du métier à bas ordinaire. Au centre de cette table était un plateau portant les différents organes de distribution du fil et de formation de la maille. Ce plateau se manœuvrait, d'abord, au moyen d'une manivelle, dit l'auteur, mais plutôt réellement par un levier à manche solidaire avec le plateau. L'ouvrier, en saisissant ce levier et en tournant avec lui autour du métier, promenait les divers organes mobiles sur les aiguilles fixes et y donnait naissance à une étoffe continue sans fin ayant la forme d'un tuyau cylindrique. Les organes mobiles se composaient de roulettes de différentes formes faisant fonctions de mailleuse (celle-ci, semblable à celles de M. Leroy), de roue de presse, d'abatteuse et de rentreuse.

M. Andrieux, qui n'avait qu'un jeu d'organes mobiles, prévoyait qu'on pourrait en mettre plusieurs, et arriver ainsi à faire un travail double, triple, etc.

Dans une addition datée du 11 janvier 1821, il signalait d'importantes améliorations :

1° L'emploi de platines pour amener la maille sous le bec des aiguilles. Ces platines se placent entre chaque aiguille, et s'ajustent de manière à pouvoir avancer ou reculer à l'aide d'un guide fixé sur le métier, et placé de telle sorte que le fil passe par-dessus le bec de l'aiguille au moment où l'action de la presse a lieu, et qu'elle vienne se porter à l'extrémité de l'aiguille; ce qui s'appelle *faire l'abattage*.

De cette manière, la maille est produite, et il faut la repousser derrière pour donner à la première roulette les moyens de recommencer une nouvelle maille, ce qui se fait à l'aide d'un autre guide courbe disposé sur le métier, en avant du tricot, et placé de manière à en opérer l'éloignement.

2° L'emploi de petits rouleaux alimentaires pour la distribution du fil;

(1) *Brevets expirés*, t. XX, p. 201, pl. 12.

3° La commande par un arbre horizontal à manivelle, garni, vers le milieu du métier, d'un pignon d'angle engrenant avec une couronne, commande analogue à celle qu'on a conservée jusqu'à présent, et qui dispense l'ouvrier de se déplacer;

4° L'emploi d'une roue de presse à denture interrompue, pour fabriquer des variétés de dessin. On comprend en effet que cette roue, en raison de sa denture, passant sur une partie des aiguilles sans les presser, produit des mailles interrompues dont l'effet peut être très-agréable à l'œil.

M. Andrieux résume ses perfectionnements en observant, comme nous, que l'ouvrier n'est plus obligé de tourner autour du métier pour lui imprimer le mouvement, et que le métier se trouve suspendu au plafond par un arbre qui part du centre et qui est fixé à demeure.

Une autre disposition de métier du même auteur consistait à placer les aiguilles à l'intérieur d'un cercle en cuivre portant à sa circonférence extérieure des dents qui, au moyen d'un pignon avec lequel elles engrenaient, servaient à le mettre en action. Ce cercle tournait sur trois galets. Le fil y arrivait tangentiellement, au moyen d'un guide, et entrait naturellement sous le bec des aiguilles.

L'action du cueillage s'effectuait au moyen d'une grande roue *a* (fig. 3), portant sur sa circonférence un certain nombre de platines *b* (1). Ces platines descendaient les unes après les autres entre chaque aiguille, avec la matière, et remontaient de même au moyen d'une petite poulie *c*, placée de manière à rester dans le cercle, et à faire faire alternativement la bascule à ces platines au moment où elles touchent les aiguilles.

Le cueillage étant ainsi fait, une autre roue, placée diagonalement sous les aiguilles, ramène la maille qui a dû être précédemment faite par dessus le bec des aiguilles, pendant qu'une troisième roue, rapportée au-dessus de la précédente, fait l'office de la presse.

Trois autres roues, placées ensuite diagonalement, reprennent l'ouvrage alternativement, pour le porter jusqu'à l'extrémité de l'aiguille, et font par conséquent l'office de l'abattage; puis un guide fixe, disposé en forme de came, repousse l'ouvrage par derrière l'aiguille, pour donner à la première roulette la faculté de recommencer l'opération.

Par une deuxième addition, datée du 17 septembre 1824, M. Andrieux apporta au métier circulaire des changements consistant dans une nouvelle forme donnée aux roulettes, de manière à supprimer toutes les platines. Ces roulettes étaient munies d'ailes en acier, inclinées sur les aiguilles de manière à forcer le tricot à aller tantôt en avant et tantôt en arrière.

Quatre roulettes suffisaient pour faire le tricot.

Nous ne pensons pas que ce dernier perfectionnement ait été sanctionné par la pratique; mais on a pu remarquer avec nous que M. Andrieux est

(1) Nous n'avons indiqué qu'une de ces platines à la partie inférieure pour en faire plus facilement comprendre le jeu; nous manquions d'ailleurs de renseignements complets, mais on n'en comprendra pas moins le principe posé par M. Andrieux en 1821.

l'auteur de plusieurs principes manufacturiers qui subsistent encore aujourd'hui. Aussi c'est réellement à dater de cette époque que l'industrie du tricot circulaire prit une véritable extension, pour arriver au haut degré de perfection qu'elle occupe maintenant.

Un métier, que les auteurs appelèrent, comme M. Leroy, *Tricoteur français*, fut breveté pour quinze ans, au nom de MM. Pinet, Demenou, Fabre et Pontus, à Paris, le 22 octobre 1818 (1). La description et les dessins de cette machine ont été tenus secrets (nous ne savons pourquoi) pendant toute la durée du brevet. Ce métier fabriquait spécialement des couvertures de laine, des tapis de pied et du drap. Nous constatons simplement cette invention comme date, car elle paraît être la première ayant rapport à l'industrie des grosses laines. Elle mentionne également la rondelle pesante qui tend constamment le tricot à la partie inférieure, et aide à l'abattage. La mailleuse employée est celle de M. Julien Leroy.

Suivant les auteurs, la machine débite par jour, et à l'aide d'un seul homme, 36 couvertures de laine.

Le 27 juin 1834, M. Braconnier prenait un brevet de cinq ans, pour un genre de tissus fabriqués de manière à introduire différentes matières d'or, d'argent, de laine ou de soie avec la matière principale. Ce nouveau genre de fabrication, qui produisait des dessins variés, devait s'effectuer à l'envers (2).

C'est vers cette époque que l'industrie des métiers circulaires commença à se répandre à Troyes, où MM. Burthey, Fouquet, Jacquin et Gillet construisirent quelques métiers. A la vérité, ces métiers étaient imparfaits, mais ils firent travailler, et devinrent le germe de la perfection qui les distingue maintenant.

Le 27 décembre 1838, M. Gillet, qui travaillait constamment et avec fruit aux métiers circulaires à tricot, prit un brevet d'invention de dix années pour un métier qui fabriquait les tissus à côte (3). Voici comment ce métier fonctionnait :

La roue mailleuse (4) roule obliquement sur la *fonture* fixe, et ses ailes s'engrènent très-juste et très-profondément avec les aiguilles de cette fonture. C'est sur cette roue que passe le fil, qui, étant obligé de suivre chaque aile dans son *engrenure* avec les aiguilles, se cueille et reste sous les becs de celles-ci, où il se trouve placé par l'obliquité de la roue mailleuse, laquelle obliquité est suffisante pour former les deux mailles.

Le fil cueilli et introduit sous les becs des aiguilles, celles de la fonture mobile sont obligées d'avancer en glissant sur sa face, et c'est arrivées au point de contact des aiguilles de la fonture fixe avec la roue de presse, que presque aussitôt la fonture mobile amène avec elle l'ouvrage fabriqué, jus-

(1) *Brevets expirés*, t. XXVII, p. 84, pl. 14.
(2) *Brevets expirés*, t. XXXIII, p. 284.
(3) *Brevets expirés*, t. LXIX, p. 352, pl. 42.
(4) Roue mailleuse à dents fixes.

qu'à ce que la maille déjà faite soit posée sur le milieu du bec d'aiguille de la fonture fixe, et que le fil récemment cueilli se trouve prêt à former bride à cette nouvelle maille.

Ces mailles étant ainsi disposées, les aiguilles mobiles glissent jusqu'au point où une seconde roue de presse a son contact avec la fonture mobile. A cet instant, les mailles qui étaient prêtes à se former sont entièrement faites. Aussitôt qu'elles sont abattues, les aiguilles-platines (1) descendent le long d'un plan incliné, pendant que la roue de presse ferme lesdites aiguilles, fait mettre sur leurs becs la maille déjà produite, et leur fait garder pour bride le fil récemment cueilli; alors les aiguilles mobiles sont sorties de la fonture fixe

Pour obliger les mailles à se former ou à s'abattre, et pour éviter les mailles doubles, il existe dans l'intérieur du métier deux rondelles très-minces vers leur bord, et tournant très-librement sur leurs axes. La première oblige la maille de la fonture fixe à se fermer entièrement; la seconde oblige les mailles de la fonture mobile à s'abattre de même.

L'ouvrage fabriqué descend dans l'intérieur du métier, c'est-à-dire qu'il passe entre les aiguilles-platines et le corps principal du métier.

Les mailles étant tombées de part et d'autre sur les deux fontures, les aiguilles de la fonture mobile remontent sur le plan incliné; l'ouvrage tourne jusqu'aux points où les trois rondelles le forcent à se rapprocher du corps du métier. La mailleuse cueille son fil. Le premier abattage se forme en un point du métier, et le second en un point opposé, pour continuer ainsi de suite sans interruption.

En faisant fonctionner le métier comme il vient d'être expliqué, on obtient un *tricot côte une et une*. Pour fabriquer toutes les autres espèces de côtes, il suffit de diviser le nombre des aiguilles de la fonture mobile, suivant le genre de côte que l'on désire, sans qu'il soit besoin de changer aucune pièce principale du mécanisme.

Dans tous les métiers que nous venons de décrire, nous n'avons mentionné que des roues mailleuses à dents fixes. L'idée de rendre ces dernières mobiles est revendiquée par M. Jacquin, dans un brevet de quinze ans qu'il prit en 1841, le 8 mars, sous le titre général de *perfectionnement dans les métiers à tricot*. Néanmoins, nous trouvons qu'avant lui, d'autres mécaniciens ou fabricants de Troyes avaient eu, de même que M. Andrieux, les premières idées de la mobilité des platines et des principaux principes qui constituent le brevet de M. Jacquin. Nous constaterons simplement ces principes d'après l'ordre des dates.

En 1838, le 27 décembre, M. Coquet prit un brevet pour une nouvelle machine propre à opérer le cueillage du coton, de la laine, de la soie, etc., que l'on peut adapter à toutes espèces de métiers circulaires.

(1) Les aiguilles sont fixées à l'extrémité des platines et font corps avec elles au moyen de la soudure d'étain.

Cette mailleuse est appelée par l'auteur *Arachné*, parce qu'elle possède une multitude de platines dont le mouvement ressemble beaucoup à celui des pattes d'une araignée qui travaille. Ces platines, après avoir cueilli le fil en quantité suffisante, l'amènent sous les becs des aiguilles de la fonture du métier, et opèrent ainsi le formage.

La mailleuse en question est représentée fig. 4 et 5, pl. 31, suivant une vue extérieure et une coupe par l'axe.

Le corps principal se compose d'un disque ou virole en cuivre *a*, refendu dans tout son contour par des traits de scie bien équidistants entre eux, et du même écartement que les aiguilles de la fonture du métier. Des platines *c* glissent facilement dans ces ouvertures, et sont maintenues vers le centre par une saillie circulaire *b*, fondue avec la cuvette *g*, dont le bord inférieur forme une suite de dents aiguës pour accrocher des ressorts à boudin *h*. Ces ressorts sont en laiton, et relient les saillies dont nous venons de parler avec les platines *c*.

L'*Arachné* est montée libre sur un arbre en fer traversant la douille *e*. Le corps principal *a* est surmonté d'une roue d'angle *d*, par laquelle il reçoit avec ses platines son mouvement de rotation d'un pignon analogue. Dans ce mouvement, produit par celui même du métier circulaire, les platines *c* arrivent sur le plan incliné ou mentonnet *x*, et sont obligées d'y monter jusqu'au sommet. C'est en ce moment que le coton est sous la platine, qui presque aussitôt, tombant par la traction d'un des ressorts à boudin, cueille le coton et l'entraîne sous le bec d'une des aiguilles du métier, jusqu'à ce qu'il soit pressé et abattu et que la maille soit entièrement formée.

D'après ce qui précède, on reconnaît que l'*Arachné* ou *Mailleuse* de M. Coquet accomplit les opérations du cueillage par trois mouvements :

1° Mouvement d'élévation des platines pour l'alimentation du fil sur les aiguilles;

2° Mouvement de *cueillage* ou d'abaissement desdites aiguilles pour *onder* le fil, c'est-à-dire le faire pénétrer entre les aiguilles;

3° Mouvement de *crochetage*, c'est-à-dire d'entrée sous le bec.

Le principe des deux premiers mouvements est tout entier dans l'emploi d'une came ou excentrique combiné avec la traction des ressorts de rappel.

Celui du dernier mouvement réside dans la forme du bec des aiguilles et dans la rotation même de tout l'ensemble.

En 1839, également (1), M. Burthey imagina la mailleuse que nous représentons, fig. 6 à 9. Elle contient en principe :

1° La mobilité des platines;

2° Le mouvement de va-et-vient déterminé par une came, ou plan incliné,

(1) Nous donnons cette date sous toutes réserves, car elle a été contestée dans un procès récent entre MM. Fouquet et Jacquin, quoiqu'à notre avis les faits connus à Troyes prouvassent surabondamment son authenticité. M. Burthey, comme beaucoup d'inventeurs, était trop pauvre alors pour pouvoir faire les frais d'un brevet d'invention qui lui était dû à tous égards.

qui, convenablement disposé à l'intérieur du cercle des platines, les presse au moment de leur fonction ;

3° L'idée d'établir la mailleuse avec deux parties principales : l'une fixe, c'est la came, et l'autre mobile, ce sont les platines qui tournent sur cette dernière.

On reconnait, par les figures, que la mailleuse se fixe sur le métier par la tige verticale *a*, lui servant de support, et que les platines *b* (fig. 9) sont toutes rangées en cercle sur la partie fixe *c*. Une came *d*, fixée à l'extérieur de cette partie, provoque la sortie graduelle des platines en temps utile, tandis que des petits ressorts, logés à l'intérieur, rappellent constamment ces dernières, après chaque mouvement de cueillage, par leur liaison avec le bec *b'*.

En 1841, comme nous l'avons dit, M. Jacquin demandait son brevet de 15 ans. Nous donnons (fig. 10 à 15) les vues détaillées de sa mailleuse, perfectionnée depuis cette époque.

Les fig. 10 et 11 en représentent les deux extrémités respectives.

La fig. 12, la coupe verticale, suivant l'axe.

La fig. 13, un détail de la pièce circulaire, à rigole excentrique, dans dans laquelle sont engagées toutes les platines.

La fig. 14, la même pièce, munie des dents ou platines.

La fig. 15, une platine, de grandeur naturelle.

La mailleuse se compose d'un axe central *a*, sur lequel viennent s'ajuster toutes les pièces fixes ou mobiles. Cet axe, dont les extrémités sont terminées en pointe, se place sur le métier, entre deux supports *z z'* (1) (fig. 19), et reçoit, 1° la roue dentée *c*, qui engrène avec les aiguilles *i* de la fonture, pour donner le mouvement aux platines; 2° un canon en cuivre *e*, solidaire avec cette roue par 3 vis, et formant le corps de la mailleuse; 3° une rondelle *f*, pour recevoir les platines inclinées et les maintenir dans le mouvement qu'elle leur imprime ; 4° les platines *b*, armées chacune d'une saillie *o* pénétrant dans l'ouverture excentrée de la pièce d'acier *f'* ; 5° le talon en cuivre *g*, muni lui-même de la rainure excentrique *o'*, et 6°, enfin, l'arrêt à vis *h*, qui maintient la juxtaposition des pièces précédentes.

Le talon en cuivre porte à sa partie supérieure une encoche *j*, qu'une vis *z'* rend à volonté solidaire avec le métier, en empêchant tout mouvement de rotation sur l'axe *a*; mais lorsque le métier est mis en mouvement, les aiguilles *i*, faisant l'office de crémaillère, attaquent successivement les dents de la roue *c* et transmettent l'impulsion aux platines *b*. Comme ces dernières sont prisonnières, par leur saillie, dans la rigole *o'*, il s'ensuit qu'elles parcourent rigoureusement le même chemin, et sortent seulement en temps utile pour cueillir le fil et le faire entrer dans les crochets des

(1) Pour l'intelligence du travail de la mailleuse que nous décrivons, nous l'avons placée sur le métier représenté fig. 19 et 20, qui a été établi par MM. Fouquet et Motte. Réellement on devrait y voir une mailleuse analogue à celle du côté gauche et dont il sera question plus loin.

aiguilles ; aussitôt le fil engagé, les aiguilles rentrent dans l'intérieur de la roue.

Pour que l'opération se fasse convenablement, il est nécessaire d'incliner les platines, non-seulement par rapport à la rondelle *f*, qui les porte, mais encore d'incliner la mailleuse même, relativement à tout le métier. On comprend, en effet, que par cette seule inclinaison, chaque aiguille se trouvant placée sur un cercle concentrique de plus en plus grand, cueille graduellement le fil sans autre mécanisme que cette obliquité relative.

A partir de cette époque (1841), on construisit avec ardeur une grande quantité de métiers, les fabricants de bonneterie se les disputaient; aussi ne sera-t-on pas étonné des recherches qu'on fit depuis pour en perfectionner ou en simplifier le mécanisme.

Sous le titre de *Métier tricoteur multiple*, M. Jouve, de Bruxelles, prenait, le 9 novembre 1842, un brevet de quinze ans, pour un système reposant sur l'emploi simultané des aiguilles et des platines, pour obtenir un travail complet et régulier.

Les platines étaient placées verticalement, découpées suivant des saillies irrégulières, et se mouvaient non-seulement dans le sens des rayons du métier, mais encore perpendiculairement à ces rayons. Ce double mouvement combiné avec la forme des platines produisait à la fois la pose du fil, l'ondulation, le cueillage, le rentrage et l'abattage.

Deux années plus tard, ce brevet était cédé en totalité à M. Conetti, de Belleville.

MM. Legras et Poitevin exposaient, en 1844, un métier circulaire pour lequel ils avaient pris brevet, le 18 mai 1843, sous le titre de *Métier circulaire à chemin de fer propre à tous genres de tricots de laine, coton, soie*, etc.

Le caractère de ce métier réside dans la combinaison des aiguilles à l'intérieur (1) et du tissu glissant à l'intérieur du chemin de fer, par opposition à la disposition des aiguilles à l'extérieur et du tissu glissant à l'extérieur du chemin, comme cela a lieu dans les anciens métiers de même système.

Cette disposition à l'intérieur du chemin de fer permet d'obtenir, suivant les auteurs, un tissu plus serré, résultant du rapprochement des aiguilles vers le centre; elle diminue considérablement la casse des aiguilles, parce que le tissu fatigue moins à l'intérieur qu'à l'extérieur, et nécessite, par suite, moins d'entretien (2).

Les auteurs employèrent des platines découpées analogues dans plusieurs parties avec celles de M. Jouve.

MM. Braconnier et Martenot prirent, en 1844, sous le titre d'*application*

(1) Nous avons reconnu que le principe de cette disposition appartenait à M Andrieux.

(2) La casse des aiguilles était un obstacle sérieux à la bonne construction des métiers. M. Gillet, de Troyes, et depuis plusieurs autres mécaniciens, surent en établir de parfaites qui résistèrent suffisamment à un travail régulier.

au métier circulaire et à ailette de roues mobiles divisées propres à faire des tissus doubles et à dessins, un brevet de dix ans, qui leur fut délivré le 15 octobre de la même année, et dont les fig. 16 et 17, pl. 31, donnent l'idée principale.

MM. Braconnier et Martenot proposent, en effet, de faire des tissus doubles au moyen de mailleuses additionnelles fixées obliquement au-dessus des aiguilles et munies chacune d'une roue de presse à intervalles intermittents. Cette roue ne fermant les becs des aiguilles que de deux mailles en deux mailles, ou plus, suivant la combinaison des dents et des intervalles, permet non-seulement d'obtenir des tricots doubles ou croisés, triples, quadruples, etc., mais encore des dessins dont la variété est infinie.

On se rappelle que M. Braconnier s'occupait d'une question analogue dès 1834, mais seulement pour l'introduction de matières étrangères au corps même du tissu.

Son invention de 1844 est très-remarquable et surtout très-simple, car elle se résume par une mailleuse portant d'un côté les platines fixes *b*, et de l'autre la roue de presse à denture intermittente *a*.

La fig. 16 représente à la fois les deux côtés; sur une moitié de son contour, celui supérieur, on voit la disposition des platines; sur la seconde moitié, la roue de presse avec ses intermittences. Il en est de même de la fig. 17, qui représente à la fois la coupe suivant l'axe et la vue extérieure.

Les platines comme les dents de la roue sont inclinées dans le même sens par rapport à l'axe commun.

Le tissu qui se fabrique sur les métiers circulaires se tend à sa base, ainsi que nous allons bientôt le reconnaître, au moyen d'une large rondelle pesante empêchant toute perturbation dans le jeu respectif du fil et des aiguilles. M. Mallet prit, le 22 février 1845, un brevet d'invention pour des *procédés de guillochage principalement applicables aux métiers circulaires à tricoter accompagnés d'une machine à enrouler l'étoffe*, dans lequel on remarque la disposition de rouleaux suivant exactement le mouvement du métier et commandés par la même manivelle, de manière qu'au fur et à mesure de la production du tricot, il s'enroule sur ces rouleaux en se tendant convenablement. Nous regrettons que le dessin soit assez peu intelligible pour nous obliger à mentionner seulement cette nouvelle application.

Le 28 janvier 1845, alors que le brevet de MM. Braconnier et Martenot étant délivré devenait visible au ministère du commerce, M. Pétillion prit un brevet de quinze ans, reproduisant identiquement les caractères distinctifs que nous venons d'examiner ; son titre porte : *Manière de faire du tricot croisé avec des métiers circulaires.* Nous voudrions penser que les auteurs ont eu, à différentes époques, les mêmes idées; mais les deux dessins sont si identiques pour représenter et l'invention et la même por-

tion du métier, qu'il faut reconnaître qu'il y a copie. Mais dans quel but, puisqu'un brevet antérieur existait?

Le 24 mai 1845, M. Fouquet, mécanicien et constructeur de métiers circulaires, à Troyes, prit, sous le titre de *perfectionnements apportés dans les métiers circulaires*, un brevet d'invention reposant sur l'emploi d'une nouvelle mailleuse très-ingénieuse, supprimant tous les légers inconvénients qu'on trouvait encore dans ce genre de mécanisme. Quoique depuis cette époque M. Fouquet ait perfectionné cette roue mailleuse et que nous ayons relevé justement nos dessins sur ces perfectionnements, ils ne s'écartent en aucune manière des principes posés, de sorte que les fig. 21 à 26 nous serviront à en expliquer le jeu.

La fig. 21 représente la mailleuse vue par bout du côté de l'extérieur.

La fig. 22 la fait voir du côté opposé.

La fig. 23 en montre l'élévation longitudinale.

La fig. 24, la coupe suivant l'axe.

Et les fig. 25 et 26, deux détails intérieurs.

M. Fouquet s'est proposé, en combinant cet important organe, de supprimer l'obliquité donnée à l'axe des mailleuses ordinaires, soit à platines fixes, soit à platines mobiles, de manière à pouvoir faire des tricots très-fins et à employer d'autres matières que le coton.

Les platines *b* sont disposées dans ce mécanisme de manière à former, étant réunies, une surface conique correspondante à celle formée par les aiguilles du métier, comme un pignon d'angle qui engrènerait avec une roue également conique et dans un rapport donné. On sait que dans les engrenages d'angle les axes des roues sont dans un même plan et se rencontrent; il en est de même ici, l'axe E des disques qui portent les platines est exactement dans le même plan que celui du métier, par conséquent ces platines (fig. 19) sont dans la même direction que les aiguilles avec lesquelles elles engrènent rigoureusement. Cette disposition présente cet avantage, qu'elle permet d'obtenir toujours un engrènement régulier et d'une grande précision, et, de plus, d'opérer le *cueillement* ou la *distribution* du fil jusqu'au fond du bec des aiguilles, comme on pourra le reconnaître par la description qui va suivre et par celle générale du métier représenté fig. 19 et 20.

Les platines (dessinées fig. 18, de grandeur naturelle) sont très-longues et ajustées dans deux rondelles de cuivre R, S (fig. 24), qui ont été préalablement divisées avec beaucoup de soin et entaillées suivant des rayons concourant à leur centre; ces platines sont ainsi très-bien assujéties et ne peuvent nullement se déranger dans le travail, par conséquent l'entretien en est très-simple et très-économique.

Sur les côtés extérieurs des deux rondelles sont placées les deux espèces de boîtes fixes M, P, qui, ne devant pas tourner avec le système des platines, mais seulement les supporter et leur servir de guides, sont retenues dans leur position par des goujons à vis *z* et *z'* (fig. 19 et 20) que l'on fait péné-

trer dans des entailles j ménagées exprès au bord de ces boîtes. Ces vis sont taraudées dans l'épaisseur du fort support C qui sert à relier l'appareil avec le plateau fixe A du métier, à la hauteur convenable au-dessus des aiguilles.

Au-dessous de ce support C sont aussi adaptés deux coussinets en acier D D', qui sont légèrement coudés pour recevoir, l'un, l'extrémité ou le tourillon de l'axe E, qui transmet le mouvement de rotation continu au mécanisme ; l'autre, la vis de rappel E', qui sert de pointe à l'autre extrémité de cet axe et lui permet de le serrer au point convenable pour qu'il n'ait pas de jeu, mais aussi pour qu'il puisse tourner librement.

Ces deux coussinets sont tenus au support au moyen d'écrous et de contre-écrous à l'aide desquels on règle exactement leur place, et par suite la hauteur des deux extrémités de l'axe. La fig. 19 indique que l'une de ces extrémités est plus éloignée du support que l'autre, afin que la partie inférieure soit un peu inclinée par rapport à l'horizon, d'une quantité correspondante à celle des platines.

Sur les faces intérieures des boîtes M, P et contre celles des rondelles R, S sont rapportés des disques en acier L, O auxquels on a donné une forme particulière. Le premier L (fig. 25) présente une rainure o' qui est en grande partie circulaire, mais qui, sur une portion de la circonférence, est exécutée en forme de came d, comme dans le système Burthey. Or, comme les lames ou les platines b, qui sont toutes logées, mais d'une manière libre, suivent le sens du rayon, dans les rondelles R, S, et qu'elles traversent la rainure du disque L, qui est fixé à la boîte M, il faut nécessairement que dans le mouvement de rotation des rondelles, ces platines suivent la courbe de l'excentrique, c'est-à-dire qu'elles forment exactement le cône, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, tant qu'elles sont dans la partie circulaire de la rainure; mais celles qui se trouvent dans la portion excentrée sont nécessairement forcées de s'éloigner du centre.

Cette disposition est faite pour obliger les platines à se rapprocher par leur bout b', qui est courbé en forme de crochet, des aiguilles du métier, et même à pénétrer successivement dans les espaces que les aiguilles laissent entre elles, de manière qu'elles forment alors exactement comme un engrenage. Or, dans cet engrènement, le bout des platines oblige le fil à pénétrer dans le bec des aiguilles; mais il faut de plus qu'elles le poussent jusque dans le fond du bec. A cet effet, il faut que ces platines aient un autre mouvement qui, comme nous allons le reconnaître, est déterminé justement par le second disque O, adapté à la boîte P.

Ce second disque présente également une rainure qui est aussi en partie circulaire, mais sur près d'un quart de sa circonférence est une portion courbe o'', formant une saillie assez prononcée et sur laquelle les platines sont alternativement appelées, parce qu'elles portent chacune à la queue une petite entaille b^2 qui, lors de leur passage sur la courbe, force nécessairement les platines à marcher de droite à gauche, c'est-à-dire du centre

du métier à sa circonférence. On conçoit que dans ce mouvement, les crochets des platines tirent le fil avec eux et l'obligent à le pousser jusqu'au fond du bec des aiguilles et l'y maintiennent parfaitement jusqu'à ce que la maille se fasse.

On ne craint plus alors que le fil ne se dégage trop tôt du bec des aiguilles, on est certain d'obtenir toujours des mailles parfaites, sans défauts, et l'on a cet avantage, non-seulement lorsqu'on opère sur des cotons, quel que soit leur degré de finesse, mais encore lorsqu'on veut travailler avec d'autres matières. La précision est extrême, les opérations se suivent avec la plus grande régularité.

Pour donner le mouvement de rotation au système, l'axe E porte une roue droite *c*, qui a ses dents exactement parallèles à cet axe et qui engrène avec les aiguilles; par conséquent, dans la marche circulaire de celle-ci, la roue et l'axe sont forcés de tourner, et dans ce mouvement ils entraînent nécessairement les deux rondelles R et S, qui sont portées sur l'axe et solidaires avec lui par une douille intermédiaire U. Il s'ensuit que les platines, qui sont toutes engagées dans ces rondelles, sont aussi obligées de suivre le même mouvement.

Ce mouvement s'opère d'autant mieux que l'engrènement de la roue *c* et des platines avec les aiguilles se fait exactement comme dans un engrenage ordinaire, les platines se trouvant dans la direction même des aiguilles ainsi que l'axe qui occupe le même plan que l'axe du métier, disposition évidemment la plus rationnelle et la plus convenable de toutes celles que nous avons examinées.

Tout récemment, M. Fouquet a proposé de supprimer la rainure excentrique *o'* et de la remplacer par un ressort à boudin *h* embrassant toutes les platines à l'extérieur. La saillie *d*, qui fait pénétrer les platines entre les aiguilles, existerait toujours, mais le rappel ou la rentrée de ces platines aurait lieu par le ressort à boudin.

Maintenant que nous avons décrit non-seulement la mailleuse de M. Fouquet mais encore toutes celles qui avaient été imaginées précédemment, nous allons décrire le métier sur lequel s'effectue le tricot sans fin, avec ou sans dessins, pour chaussettes, bas, camisoles, jupons, etc. Nous en avons reconnu les perfectionnements successifs. On verra qu'il est arrivé, entre les mains de MM. Fouquet et Motte, à un degré de précision, de solidité et de simplicité remarquables.

DESCRIPTION DU MÉTIER CIRCULAIRE

CONSTRUIT PAR MM. FOUQUET ET MOTTE, ET REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 19 ET 20, PL. 31.

Les métiers circulaires sont ordinairement suspendus à un châssis solide et élevé par un axe vertical en fer A', qui porte tout le métier et qui le maintient à la hauteur convenable pour que les ouvriers ou ouvrières puissent tourner autour et surveiller chacun des mouvements.

A la partie inférieure, cet axe est fixé solidement par un écrou à vis de pression, le plateau en fonte B′, armé de fortes nervures, et servant d'assises aux platines a'' et au collier circulaire ou fonture du métier C′. Un disque en cuivre b'', divisé et refendu également sur tout son contour, et en rapport avec le nombre d'aiguilles et de platines qu'on veut adapter, retient chacune de ces dernières par la base, de manière à former une couronne symétrique et légèrement conique. Remarquez à cet effet que le disque b'' est garni, sur toute sa circonférence extérieure, d'un fil de fer rond, pour fermer toutes les divisions et empêcher par suite la sortie des platines par la partie supérieure ; c'est seulement en vertu d'une inclinaison qu'ils reposent sur le bord du collier circulaire C′, en pénétrant régulièrement entre chaque aiguille.

Ce collier C′ offre une certaine solidité. Il est posé à plat sur la couronne B′, et s'y boulonne en dessus, de distance en distance. Sa surface supérieure est dressée, puis percée d'une suite de petits trous servant à recevoir le talon *a* des aiguilles que nous avons représentées d'une manière générale sur les fig. 1 et 2, pl. 32, et qu'on distingue également sur la coupe verticale, fig. 19, pl. 31.

Les aiguilles implantées de cette manière sont maintenues par des chapeaux Y, juxtaposés de manière à former une couronne continue se reliant à la première également par des vis à tête carrée. Lorsqu'on veut remplacer une ou plusieurs de ces aiguilles, il suffit d'enlever le chapeau qui les presse sans toucher aux autres, condition indispensable pour éviter les embarras de toutes sortes qui se produiraient inévitablement si on les découvrait toutes.

Le plateau A, comme nous l'avons déjà remarqué, domine toût ce mécanisme pour recevoir les différents supports des organes travailleurs, qui se composent invariablement :

1° De la mailleuse proprement dite, qui peut être construite d'après différents systèmes, et s'appliquer néanmoins au même métier;

2° De la roue de presse X, qui sert à presser sur les becs des aiguilles, pour les faire pénétrer dans la châsse (fig. 1 et 2, pl. 32) et permettre ainsi au *fil maillé* de passer sur l'assemblage sans entrer de nouveau dans cemême bec;

3° De la came de chute G des platines, qui conduit ces dernières jusqu'au bout des aiguilles pour y amener le fil maillé.

Ces deux derniers organes sont fixés au même support C^2 qui, comme tous les autres, peut se régler au moyen d'une coulisse et se fixer à demeure par une vis à embase. Une languette à coulisse e' portant un axe en acier g' et une vis régulatrice f', peut se mouvoir verticalement et affecter par suite différentes hauteurs. On a alors la faculté de placer sur l'axe g' telle roue de presse X que l'on juge convenable, soit pour faire du tricot uni, soit pour obtenir du tricot à dessins. On peut aussi, toujours en agissant sur la vis f, et en faisant manœuvrer la coulisse e', régler la pression et employer des roues de tous diamètres.

Le prolongement vertical inférieur du support C^2 porte la came de chute G (fig. 20). Sa construction est telle, qu'elle fait serpenter les platines et les mailles jusque vers l'extrémité des aiguilles. Mais lors du montage du métier, et comme les platines ne pourraient se placer et se maintenir dans cette position extrême, les constructeurs ont rapporté un buttoir à vis et à charnière *l'*, qui, pouvant se relever à volonté, permet de rentrer la came de chute vers le centre du métier et de rendre aux platines la position légèrement inclinée par laquelle elles sont solidaires.

4° De la roue d'abattage H', qui, appuyant sur le bord extrême des aiguilles, tend à les faire baisser légèrement et à faciliter l'abattage définitif de la maille;

5° Des bobines alimentaires I', qui fournissent le fil nécessaire à la confection du tricot. Elles sont au nombre de deux, trois ou quatre, suivant la grosseur du tissu.

Ces deux derniers organes sont également réunis au même support C^3, qui, à sa partie supérieure, reçoit l'ailette élevée m^2, et à sa partie inférieure l'axe n^2, muni à son tour du goujon o^2 qui porte la roue H'. Cet axe n^2 est mobile dans sa douille, et peut y occuper diverses positions; il est maintenu par une vis p^2; sa base porte aussi un ressort qui force les platines à retomber parfaitement sur le disque C' pour éviter toute perturbation dans la marche, s'il s'en trouvait qui ne fussent pas bien retombées, après le passage de la came de chute.

6° Enfin, le système de roues rentreuses J', qui oblige le fil qui a été amené au fond du bec à s'éloigner pour livrer passage à une autre maille. Ce système est détaillé sur les fig. 27, 28 et 29, pl. 31, et se compose simplement de deux roues fixées à la partie inférieure du support C^4, sur une pièce à deux branches a^2, qui tient l'une des roues plus approchées du métier que l'autre. Ce même support reçoit et maintient aussi la came b^2, qui, appuyant sous la mailleuse, à l'extérieur des platines, facilite le mouvement de cueillage et d'ondulation. Une vis q^2 l'assujétit à la hauteur voulue. Il supporte également un guide, ou queue de cochon p^3, en fil de fer ou de cuivre, qui sert à la fois de conducteur et de réunisseur aux fils qui arrivent des bobines I'.

Le mouvement circulaire est imprimé aux métiers par un axe horizontal Z^2, portant d'un bout un pignon denté x^2, et de l'autre une manivelle y^2 ou une paire de poulies, si le métier marche par moteur continu. Le pignon commande directement la roue centrale x^3, de sorte que la couronne qui porte les platines et les aiguilles se déplace seule, quand, au contraire, tous les organes travailleurs rangés autour restent fixes, et n'accomplissent que des mouvements qui leur sont particuliers.

FONCTIONS DU MÉTIER ET FORMATION DES MAILLES.

Nous supposerons, pour cet examen, que la pièce de tissu v^2 est commencée. Nous remarquerons, à cet effet, qu'elle est munie à la partie infé-

rieure d'une rondelle en bois r^2, garnie d'un poids s^2, et que c'est par la tension constante de cet appendice que les platines ne peuvent se désorganiser, puisqu'elles se trouvent sous ce tissu tendu. Lorsqu'on veut commencer une pièce nouvelle, on se sert d'un ancien *chef*; on fait pénétrer les mailles dans chacune des aiguilles, puis, après avoir placé le poids, on se trouve dans les mêmes conditions que si la pièce avait déjà une certaine longueur.

Le fil qui arrive des bobines I' s'introduit sous la mailleuse E, dont les platines mobiles, se détachant régulièrement en dehors de leur circonférence conique, *cueillent*, placent le fil entre chaque aiguille, et le retirent presque instantanément pour le faire pénétrer dans le fond du bec, où il reste pendant l'abattage du fil, dont la maille est déjà formée, et qui a été rentré par les roues J'. Mais pour que ce dernier fil, déjà formé, ne puisse s'engager de nouveau dans le bec, une roue X vient presser sur la pointe des aiguilles, la fait pénétrer dans la châsse, et forme ainsi une surface sans aspérités où le fil peut glisser, graduellement poussé par la came de chute G, jusqu'à l'abattage définitif obtenu, comme nous l'avons reconnu, au moyen de la roue unie H'.

Chaque métier peut recevoir, suivant son diamètre, un plus ou moins grand nombre de systèmes, c'est-à-dire former un plus ou moins grand nombre de mailles pendant un tour complet. Il doit comprendre alors autant de mailleuses, de roues de presse, de cames, etc., qu'il y a de systèmes. Le métier que nous décrivons en possède deux seulement.

Le prix des métiers varie suivant les dimensions et le nombre de systèmes. Ainsi les métiers de 55 à 89 centimètres de diamètre et à quatre systèmes, coûtent de 700 à 1,400 francs, et ceux de 22 à 61 centimètres, à deux systèmes, coûtent de 350 à 1,000 francs.

En 1845, le 6 octobre, nous retrouvons encore M. Gillet, qui, sous le titre de *Métier circulaire propre à la fabrication des tricots-chaînes*, prenait un brevet de dix ans reposant sur les moyens d'obtenir un produit épais, soyeux et résistant, principalement applicable aux tricots d'hiver.

Son brevet est très-explicite, il repose sur l'emploi mixte de mailleuses ordinaires, fabricant un tissu régulier, et de mailleuses nouvelles à ailettes garnissant à l'intérieur ledit tissu de un, de deux ou de trois fils supplémentaires.

Ce double travail produit une étoffe désignée sous le nom de *tricots-chaînes*.

Si perfectionnés que fussent les métiers circulaires, il fallait encore chercher les moyens de les commander par moteur continu, sans risque de faire des déchets ou de fausser le mécanisme. Dès l'origine, beaucoup d'inventeurs avaient songé à cette faculté, et se la réservaient dans leurs brevets. En 1843, M. Fistet en faisait le sujet d'un brevet qu'il prit le 15 mars,

us le titre de *Système de métier circulaire servant à tricoter, pouvant archer par la vapeur ou par toute autre force motrice.*

En 1845, M. Jacquet prit également un brevet de quinze ans, le 21 avril; ais son idée reposait principalement, ainsi que l'indique son titre, sur s *dispositions mécaniques applicables aux différents systèmes de métiers rculaires à tricoter, permettant de les faire fonctionner par un moteur elconque.* Nous avons remarqué dans cette invention l'idée d'un frein à iction et à ressort, dont la disposition est intelligente et bien étudiée.

Aujourd'hui, on emploie dans les établissements importants une commande par courroie, avec débrayage, et l'on s'en trouve généralement en. Les ouvrières ne deviennent plus alors que des soigneuses.

Sous le titre de *Métier circulaire propre à la fabrication des tricots*, . Deshays, mécanicien très-habile, que nous avons déjà eu l'occasion de ter, prenait un brevet de quinze ans, le 28 avril 1846, dont le mécanisme us a paru parfaitement combiné. On sait que M. Deshays est l'auteur de tites machines propres à confectionner les bourses en cordonnet. Le étier dont nous parlons accomplirait le même travail avec une grande pidité et une grande perfection.

Lorsqu'il s'agit d'améliorations ou de nouveautés dans l'emploi et la nstruction des métiers circulaires, nous retrouvons toujours M. Gillet. insi, le 7 juillet 1846, il prenait un nouveau brevet pour une *mailleuse esse, applicable au métier circulaire pour la fabrication des tricots en soie laine peignée.*

L'auteur avait remarqué que la laine peignée ou la soie, après avoir été nenée sous le bec des aiguilles, se retirait plus ou moins pendant l'interille qui sépare cette opération de celle de la presse, et que ce retrait ou uillonnage était un obstacle sérieux à la confection de tissus réguliers. Il donc imaginé, pour remédier à cet inconvénient, un mécanisme spéalement applicable aux matières que nous venons de citer, et qui se comse simplement d'une grande mailleuse à aiguilles mobiles, ou fixes, à la gueur, mais munie dans tous les cas, et sur le même axe, d'une petite ue de presse et de l'abattage qui en dépend. A peine le fil est-il dans les iguilles, que la roue de presse empêche tout mouvement de recul jusqu'au oment de la tombée de la maille. Ces trois opérations, quoique distinctes, nt pour ainsi dire réunies.

Le 29 janvier de la même année, M. Coquet prit aussi un brevet de uinze ans, pour une *machine dite mailleuse, destinée à être appliquée aux étiers circulaires.* Ce brevet peut être considéré comme un perfectionneent très-ingénieux de celui que nous avons décrit sous le nom d'*Arachné*, t qui également, comme on se le rappelle, est dû à M. Coquet. Ici les essorts à boudins sont supprimés, et remplacés par des cercles contournés ui produisent l'entrée et la sortie; mais l'usage d'un seul est maintenu, our conserver aux platines leur verticalité. Cette mailleuse est très-ingéieuse; elle est commandée par une roue d'angle et un pignon, et la

quantité de matière qu'elle débite peut être réglée très-simplement.

MM. Durand et Poitevin se firent également breveter pour quinze ans, le même jour que M. Gillet. Leur système, que nous avons eu l'occasion d'examiner dans le courant de cet article, s'y reproduit avec de notables améliorations, ainsi que l'indique leur titre, qui porte : *Perfectionnements applicables aux métiers circulaires intérieurs et extérieurs, à chemin de fer, à platines et à ailettes, à plusieurs chutes ou systèmes, et aux métiers rectilignes dits métiers français.*

M. Fariat, de Troyes, paraît être le premier qui ait imaginé de retordre le fil employé sur les métiers circulaires, au lieu de le réunir seulement, comme on le fait d'habitude. Il prit brevet pour cette invention, le 21 juillet 1846, sous le titre de : *Métier à retordre plusieurs fils de coton ou autres, au fur et à mesure qu'ils se tissent sur le métier circulaire.* Son système est tout à fait indépendant du mécanisme, et consiste dans une espèce d'ailette double, triple ou quadruple, qui se meut conjointement avec le métier circulaire et qui s'arrête avec lui.

Ce mécanisme remplacerait celui que nous avons décrit pl. 31, et désigné par les lettres p^3 et l'.

Le 1er décembre de la même année, nous retrouvons M. Gillet, qui, sous le titre de : *Machine dite Rouloir mécanique, applicable aux métiers circulaires*, prenait un brevet de quinze ans consistant, comme on l'a déjà compris, en un mécanisme additionnel placé sous le métier, et capable d'enrouler le tissu à mesure qu'il se fabrique.

Le mécanisme nous a paru compliqué. On le manœuvre au moyen d'une pédale, et le tissu, plié en deux, s'enroule sur un rouleau, après s'être aplati sur un autre rouleau préparatoire.

Nous allons parler d'une invention étudiée dans le même but que signalait M. Gillet et due à M. Berthelot. Elle est combinée pour traiter aussi bien les tissus de laine peignée ou de soie, que les cotons ou les laines grasses. Le brevet qui a été demandé à cet effet, le 10 novembre 1847, porte le titre de : *Distributeur-formeur appliqué aux métiers circulaires destinés à fabriquer toutes sortes de tricots.*

Nous avons consacré à l'examen de ce métier toute la pl. 32, parce que nous y trouverons des applications et des principes qui n'ont pas encore été représentés par le dessin, et que d'ailleurs divers détails pourront servir de complément à certaines parties qui n'auraient pas été parfaitement comprises.

DESCRIPTION DU MÉTIER CIRCULAIRE AVEC DISTRIBUTEUR-FORMEUR DE M. BERTHELOT,

REPRÉSENTÉ PLANCHE 32.

Le système de métier circulaire imaginé par M. Berthelot présente

l'avantage de supprimer à peu près toutes les difficultés que l'on rencontrait sur les métiers circulaires et rectilignes ordinaires pour opérer la fabrication des matières dures ou peu flexibles. On peut y fabriquer, suivant l'auteur, le coton, le coton retors, le fil de lin et de chanvre, la laine peignée, la soie, et généralement tout ce qui peut être filé, même le fil de fer, et cela avec autant de facilité que le coton ; on obtient, surtout pour les matières fines, un tissu bien supérieur en qualité et en beauté à certains tissus fabriqués par les moyens ordinaires.

Dans ce métier, la mailleuse est supprimée et remplacée par un cercle ou couronne qui entoure entièrement le métier et qui détermine le jeu des platines. Aussitôt que le fil est distribué, les platines le retiennent dans le bec des aiguilles jusqu'après le passage de la roue de presse, et ne le lâchent qu'au moment où la maille, poussée par l'abattage, vient tomber sur la maille inférieure. C'est ainsi que l'on obtient un formage régulier. Chaque maille étant prise, maintenue et lâchée successivement, les matières les plus dures et celles très-peu flexibles ne peuvent sortir du bec de l'aiguille avant que la maille ne soit formée.

Ce système permet aussi de serrer les aiguilles autant qu'on le veut, et par conséquent de construire des métiers d'une jauge très-fine, ce qu'il est difficile de faire avec les systèmes anciens.

Comme l'agencement ou la suspension de ce métier est analogue aux systèmes déjà décrits, nous n'y reviendrons plus et nous n'insisterons réellement que sur les parties nouvelles ou perfectionnées.

La fig. 11 représente une élévation extérieure d'un métier en fonctions, par conséquent garni de tous ses accessoires.

La fig. 12 en est le plan vu en dessus.

La fig. 13, une coupe verticale faite suivant un plan passant à la fois par l'axe du métier et celui de l'arbre de commande.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/5e. On fait sur ce modèle de métiers des appareils de toutes grandeurs, mais on arrive plus aisément avec ce système à travailler les tissus fins.

Dans cette machine, les parties qui fabriquent les tissus tricotés sont :

1° Les platines M, représentées fig. 3 à 7, à une échelle moitié d'exécution. Ces platines sont en acier et portent un bec pour amener le fil sous les aiguilles, ainsi qu'une encoche pour s'engager dans un cercle ondulé, suivant les diverses opérations à exécuter.

2° Les contre-platines N, de même métal et de même épaisseur, mais affectant, comme dans les autres métiers, la forme rectangulaire.

3° Les aiguilles *a'* (fig. 1 et 2), complétement semblables à celles que nous avons déjà décrites.

Comme on a pu se familiariser avec la marche générale d'un métier circulaire, nous décrirons d'abord de celui-ci la partie essentielle, celle relative à la formation de la maille.

La fig. 3 montre la disposition de toutes les pièces travailleuses au com-

mencement de l'opération. On voit que les platines M occupent, comme les contre-platines N, les intervalles qui séparent chaque aiguille, avec cette différence, toutefois, que les contre-platines jouent entre ces aiguilles sans en sortir, tandis que les platines entrent et sortent exactement comme celles d'une mailleuse. Nous avons dit que ce mouvement était produit par un double cercle ondulé : nous reviendrons sur sa disposition particulière.

Le brin de coton ou d'autres matières représenté en V″, sur les fig. 3 à 7, est amené sur les aiguilles *a′*, ainsi que cela a lieu dans tous les métiers, au moyen d'un mécanisme particulier agissant comme les cylindres cannelés des filatures. Ce brin de coton est destiné, comme on sait, à passer dans le bec de l'aiguille; la fig. 4 indique cette opération, qui s'effectue par le cercle ou chemin de fer excentrique D et par le crochet *b″*. C'est à ce moment que la roue de presse S appuie sur le bec pour le faire entrer dans la châsse et que le deuxième fil placé précédemment sur les aiguilles peut s'éloigner vers le bord poussé par les contre-platines N (fig. 5). Les platines M se retirent et les contre-platines verticales continuent leur office (fig. 6) jusqu'à ce qu'enfin l'*abattage supplémentaire c″* (fig. 7) agissant, force par son action le fil *v″* à passer sous les aiguilles et à faire partie du tricot continu tendu par le contre-poids.

La série de mouvements nécessaires pour obtenir l'action simultanée des platines et contre-platines consiste en résumé :

1° A les faire avancer et reculer à l'aide d'un double chemin de fer DD′ présentant des courbes ondulées (fig. 12) qui agissent sur les parties *m m′* des platines M.

2° En faisant tomber ces dernières sur le brin de coton pour opérer le cueillage et l'entraîner ensuite au fond du bec, opération obtenue par une *came de chute* T² détaillée fig. 14 et 15, et sous laquelle passent les platines.

3° En fermant le bec des aiguilles à l'aide d'une roue de presse S, détaillée fig. 16 et 17. Pour éviter une pression trop forte qui, dans certains cas, pourrait fausser les aiguilles, on a placé sous ces mêmes roues S, une pièce de soulagement ou *souteneuse* L (fig. 11, 18 et 19) montée à vis sur un support L′, afin de régler son élévation.

4° En faisant avancer les contre-platines N à l'aide de *cames d'abattages* indiquées seulement au plan (fig. 12) et à la partie inférieure du détail (fig. 16 et 17), on se rappelle que c'est l'organe qui repousse le fil en dehors du métier.

Les petites *roues rentreuses k* (fig. 9 et 10), montées sur le support *k′*, remettent ces dernières à leur position primitive. Comme elles sont placées sous les aiguilles, elles ne sont pas visibles dans les vues d'ensemble. Mais la lettre *k* (fig. 12) repère leur position réelle.

5° Enfin, en faisant relever les platines par une ondulation pratiquée sur le chemin D, en sens contraire des premières, c'est-à-dire verticalement. L'opération est complétée par l'abattage supplémentaire (fig. 7,

12, 13, 20, 21 et 22), composé d'une roue c'' placée obliquement sur le métier de manière à jeter en dehors du cercle ponctué (fig. 12), qui représente l'extrémité des aiguilles, tout le tissu dont les mailles sont terminées.

Le tricot fabriqué d'après ces principes est analogue à tous ceux obtenus par des moyens différents, soit sur des métiers droits, soit sur des métiers circulaires. Nous en avons représenté un échantillon à une grande échelle sur la fig. 8.

Disposition générale du métier. — Comme tous les métiers circulaires, celui de M. Berthelot est suspendu par un axe central G, qui porte toutes les pièces tricoteuses. Il est mis en mouvement par un axe à manivelle A (fig. 11 à 13) supporté à ses extrémités par deux supports a''; l'un, celui près de la manivelle, est boulonné sur la cuvette D, l'autre est fixé sur le plateau immobile F.

L'arbre A porte deux roues d'angle B et B' transmettant, la première, le mouvement au peigne ou couronne divisée C, et la deuxième engrenant avec une roue horizontale d'' solidaire par la douille d''' avec le tambour H qui porte les aiguilles. Ces deux roues coniques sont placées de manière à former un même angle relatif, et font tourner, de cette façon, à une même vitesse, le peigne qui porte les platines M et le tambour qui porte les aiguilles a'. Il résulte de cette disposition que les platines sont toujours placées en regard du vide de deux aiguilles consécutives.

Il est facile de comprendre maintenant qu'en faisant tourner tout l'ensemble mobile, les platines M, qui sont retenues par une saillie m' et leur encoche m, se trouveront successivement poussées suivant les courbes par le chemin D et ramenées par le collier D'.

Le peigne C glisse en tournant dans la cuvette D, mais, pour rendre son mouvement plus doux, il roule sur trois galets représentés en d (fig. 23); il est, de plus, centré par d'autres galets identiques d', fixés par un support J, et entaillés dans la cuvette. Dans son mouvement de rotation, le peigne commande quatre petites roues d'angle I' qui transmettent le mouvement à deux roues droites I^2 par les intermédiaires i; c'est pour ces roues ou *fournisseurs* I^2 servant de rouleaux d'appel que les quatre fils des bobines i', montées sur l'ailette n, se réunissent pour alimenter régulièrement la fabrication du tissu.

L'appareil fournisseur est fixé sur le plateau F et sur la cuvette par des supports I et d^2, et cette dernière est elle-même suspendue au moyen de quatre supports à colonnettes E recevant les ailettes n. Le chemin de fer vertical D' s'y adapte par douze petites pattes en bronze r, et pour que son élévation ne soit pas un obstacle au remplacement des platines brisées ou détériorées, le constructeur a rapporté dans plusieurs endroits des petites portes sans saillies qui se lèvent à volonté.

Les platines, comme on a pu le remarquer, ne sont pas fixées dans le peigne, elles ne sont que passées dans de petites fenêtres un peu plus

grandes que leur épaisseur, et obéissent constamment aux doubles ondulations des chemins de fer D et D′.

Toutes les pièces que nous venons de décrire s'adaptent autour du métier par une suite de supports à coulisses boulonnés au plateau F. C'est d'abord le support S′ où se fixe à coulisse la roue de pression S. Une oreille s^2 reçoit la came d'abattage s^3 dont les fonctions sont connues. De chaque côté de ce support on en boulonne deux autres T T′ qui maintiennent la came de chute. Immédiatement après le support T, c'est le support U de l'abatteuse supplémentaire.

Les aiguilles se fixent par leur talon dans la fonture du métier, exactement comme dans celui que nous avons représenté pl. 31. Nous renvoyons donc à l'explication précédemment fournie.

Compteur. — M. Berthelot a appliqué sur le métier un compteur très-simple qui sert à annoncer le nombre de révolutions que l'on a voulu faire. Ce mécanisme consiste en un système d'engrenages composé de trois roues et d'un cadran. La première a^2, prend son mouvement sur celle du métier et le transmet à celle b^2 par l'intermédiaire du pignon c^2. Or, cette roue b^2 porte sur son axe une dent unique f^2 qui, à de certains intervalles, agit sur la circonférence dentée du cadran gravé Z et le déplace d'une petite quantité. Une aiguille fixe indique ces déplacements et par suite le nombre de tours.

Rapport des vitesses. — Travail. — D'après les dimensions des roues de commande et la vitesse avec laquelle on mène habituellement les métiers circulaires de M. Berthelot, nous trouvons que la manivelle, et par conséquent les deux pignons qu'elle commande directement, feront douze tours par minute.

Le peigne C.	3 tours	54.
La roue de commande du fournisseur . .	27	25.
Les roues d'appel du fournisseur. . . .	46	32.

Or, comme ces dernières roues ont un diamètre de 40^{mm}, on a pour le développement, par minutes,

$$40^{m/m} \times 3.14 \times 46.32 = 5^{m}82$$

pour chaque système.

Le métier que nous décrivons en a quatre.

Sur ce métier, une bonne ouvrière produit jusqu'à 12 kilogrammes et plus de tricot par jour, et avec le métier fin à deux séries, elle produit 5 à 6 kilog.

Pris à l'atelier du constructeur, les appareils tout montés et analogues à celui de la pl. 32, sont cotés à 600 francs pour deux systèmes, et 720 pour quatre. M. Malbos-Durand, manufacturier à Marseille et à Troyes, a fait exécuter par M. Berthelot un grand nombre de ces métiers, qui sont appelés à se répandre partout.

M. Douine, manufacturier à Troyes, a imaginé et fait breveter, pour 10 ans, le 20 novembre 1846 et 16 novembre 1847, un mécanisme dit *Débrayeur*, adapté aux métiers circulaires. Cet appareil est ingénieux quoique compliqué et remplit bien le but. Il fait arrêter le métier lorsqu'un fil casse ou que la bobine est épuisée, ou qu'enfin on est arrivé à une longueur de tricot voulue. Modifié dans quelques-unes de ses parties, il peut s'appliquer aux métiers marchant à la main.

M. Laurence, manufacturier à Orléans, est l'auteur d'un mécanisme destiné à préparer et lisser les fils employés sur les métiers circulaires. Il a proposé, dans un brevet qu'il prit le 24 novembre 1846 sous le titre de *Métiers circulaires* (*système de Troyes et d'Orléans*) *marchant ensemble*, de réunir deux appareils et de leur appliquer le mécanisme en question, qui se compose simplement d'un siphon capillaire à huile, d'une filière et de deux cylindres.

Un brevet de 15 ans, pris le 9 février 1847 par MM. Poullain et Mauviel, sous le titre de *Tricoteur sans fin, à chute mobile*, comprend, en principe, un perfectionnement dans les métiers à platines, qui, ainsi que l'indique le titre, comprend l'idée et les moyens d'exécution pour effectuer la mobilité des chutes autour d'un cercle fixe et arriver ainsi à produire, dans le tricot, des effets plus ou moins variés.

MM. Fillau et C[e] améliorèrent aussi les mêmes métiers, et le brevet qu'ils prirent le 8 juin 1847, sous le titre de *Perfectionnements aux métiers circulaires à platines*, comprend l'exposé de ces améliorations. C'est d'abord l'idée de fabriquer du tissu croisé au moyen d'une roue ou mailleuse dont les dents sont rangées en quinconce de manière à n'attaquer les fils que de deux en deux et suivant des plans différents, puis l'emploi de deux bouillonnages ou formages, et enfin un changement dans la tête des platines.

MM. Fillau et C[e] sont au nombre des rares fabricants de tricots de Paris.

Nous retrouvons encore MM. Poitevin, de Routel et Durand, qui, s'occupant plus particulièrement d'étoffes drapées pour étoffes ou tapis, imaginaient un nouveau procédé pour passer, dans le tricot ordinaire obtenu aux métiers circulaires, un fil de trame capable, par sa combinaison, de retirer au tissu toute son élasticité pour le rendre aussi rigide que les tissus unis en toile fabriqués aux métiers à tisser. C'est pour cette idée que ces fabricants prirent, le 19 août 1848, un brevet de 15 ans, ayant pour titre *Perfectionnements aux métiers circulaires intérieurs et extérieurs à tricot.*

Le 31 juillet 1848, M. Coquet-Vivien, fabricant de bonneterie à Troyes, et déjà cité dans le courant de cet article, a proposé, pour arriver à tricoter sur le métier circulaire toutes les matières qui exigent, soit des préparations coûteuses, soit des précautions inouïes, un système de *chauffage à la vapeur*. Il s'exprime ainsi dans son brevet :

« La grande difficulté d'emploi, sur les métiers circulaires de certains

filaments, parmi lesquels on peut placer en première ligne la laine et la soie, vient de ce que les fils, après leur cueillage ou introduction sous les dents de mailleuses quelconques, tendent toujours à sortir de l'intérieur des becs des aiguilles. Il en résulte que ces aiguilles passant sous la roue de presse du métier et n'ayant plus sous leur bec le fil nécessaire pour la formation de la maille, celle qui a été formée au tour précédent tombe et produit ce que le bonnetier appelle une *maille coulée*. Cet inconvénient, se répétant souvent, fournit une grande quantité de trous qui doivent être *raccoutrés* par une ouvrière spéciale; ce qui augmente sensiblement le prix de revient tout en ne produisant qu'un tricot de mauvaise fabrication.

« Par le passage à la vapeur, auquel je soumets les fils employés sur le métier en leur faisant traverser un petit tube muni d'un robinet pour régler la vapeur qui y arrive d'une chaudière en ébullition, les fils n'ont plus de disposition à s'échapper de l'intérieur du bec des aiguilles, et produisent un tricot d'une belle fabrication. Un des plus grands avantages du passage des fils à la vapeur, c'est d'en rendre l'emploi facile avec tous les genres de métiers et tous les systèmes de mailleuses. »

M. Dard a pris, pour le même objet: *Fabrication de la laine sur les métiers circulaires*, un brevet de 15 ans le 31 octobre de la même année. Nous l'avons examiné, et ce n'est que la copie exacte du brevet de M. Coquet. C'est la deuxième fois qu'un fait semblable se présente dans les métiers circulaires, nous ne pouvons donc trop engager les industriels et les inventeurs à s'entourer de tous les renseignements capables de leur épargner des frais inutiles et des pertes de temps.

Les métiers circulaires, quels que soient les systèmes d'après lesquels ils sont combinés, produisent généralement une maille analogue. M. Lamasson, à Falaise, a imaginé de leur faire tricoter une maille particulière, dite *maille anglaise*. Son brevet, qu'il a demandé le 5 février 1849 sous le titre précis de *Métier circulaire, dit tricoteur français, faisant la maille anglaise*, annonce bien cette fonction intéressante; mais les explications et croquis qu'il fournit à l'appui ne permettent pas de reconnaître si l'application est neuve et si elle est praticable. Nous ignorons si ce genre de métier a été mis en activité.

Cueillage, dit mailleuse Gillet, applicable aux métiers circulaires pour la fabrication des tricots en tous genres et produisant aussi un tricot particulier, dit tricot bouclé. Tel est le titre d'un brevet d'invention demandé, le 15 juin 1849, par M. Gillet.

Nous avons remarqué dans ce nouvel organe, des agencements véritablement très-ingénieux. M. Gillet, d'ailleurs, nous avait habitués à cette qualité; nous regrettons néanmoins que les principes ne soient pas tout à fait neufs, et aient été empruntés à divers constructeurs.

L'auteur, qui fait jouer au ressort à boudin entourant et ramenant les platines, et employé sous une forme circulaire et continue, un rôle très-

important, indique quelques procédés qui lui sont propres pour assurer la durée de cet agent.

M. Herbin fils aîné, à Troyes, a songé à effectuer mécaniquement le tirage des poils pour former des étoffes pluchées. Son système, qu'il appelle *Gratteur mécanique cylindrique adapté aux métiers circulaires*, n'a de particulier que l'idée de remplacer le travail manuel par le mouvement même du métier.

M. Claussen, manufacturier anglais, est l'auteur d'un système de métiers dont les éléments ne sont peut-être pas nouveaux, mais dont l'arrangement et les fonctions ont été habilement étudiés et très-ingénieusement groupés. Nous ne parlons ici que du principe, car nous ignorons si la pratique a accepté les *perfectionnements apportés à la fabrication des tricots et des bas*, brevetés pour 15 ans le 10 septembre 1849.

Ils se résument, du reste, dans la suppression de toute espèce de mécanisme accessoire, tels que mailleuses, roues de presse, etc. Ces organes sont remplacés par les aiguilles elles-mêmes, qui se meuvent suivant des courbes irrégulières et dans le sens vertical, et par des platines analogues à celles des mailleuses, mais rangées dans une rainure ondulée du diamètre du métier. Platines et aiguilles sont munies d'un talon qui leur sert de guide.

Sous le titre de *Roue de presse, à dents mobiles, adaptée aux métiers circulaires, et propre à faire toute espèce de dessins*, M. Jacquin, de Troyes, a pris un brevet le 10 janvier 1850, dont le mécanisme est peut-être très-ingénieux, mais dont la complication et le volume sont excessifs. Comme idée pourtant il faut constater un perfectionnement de plus dans les métiers à bonneterie, car les roues de presse à denture intermittente, inventées par Andrieu (1), n'étaient aptes qu'à faire un seul dessin, et exigent par suite d'être en nombre assez considérable pour satisfaire à toutes les exigences.

M. Jacquin rend toutes les dents mobiles et ajoute à cette propriété l'emploi d'une bande en papier percée de trous analogues au dessin, de manière à imiter complétement le travail des Jacquarts en usage dans les métiers à tisser.

Nous avons dit que, généralement, les produits obtenus sur le métier circulaire étaient destinés à être découpés suivant des patrons, puis *cousus* ou *remmaillés*, de manière à éviter, autant que possible, les bourrelets ou épaisseurs. Cette obligation n'est pas un des moindres inconvénients de ces ingénieux appareils; aussi a-t-on cherché, depuis que la fabrication est devenue générale, à combiner des outils capables d'effectuer la couture dans de bonnes conditions de solidité et de célérité. Nous voyons à cet égard que M. Berthelot (Nicolas) prit, dès le 11 janvier 1850, un brevet de 15 ans pour un système de *couture mécanique applicable aux tissus de*

(1) Ces roues n'ont reçu depuis 1824 aucune modification; elles sont néanmoins employées généralement et rendent des services.

bonneterie, puis, le 2 décembre de la même année, une addition beaucoup plus complète.

M. Gruber, également mécanicien à Troyes, prit entre ces deux dates, le 3 octobre 1850, un brevet pour une machine analogue qu'il appelle *Machine à coudre sur les métiers circulaires*.

Le principe de ces deux machines est le même, et, sauf quelques modifications, le travail et les résultats sont identiques ; c'est pourquoi nous nous contenterons d'en exposer le principe, qui peut s'appliquer aussi bien aux métiers rectilignes qu'aux métiers circulaires.

On place le tricot sur le métier en montant, sur les mêmes aiguilles, les deux parties du tissu qu'on veut coudre ; on forme ensuite plusieurs rangées de mailles comme lorsqu'on fait du tricot ordinaire, et les fils, mis ainsi en mouvement par le jeu du métier, pénètrent les deux bouts de l'étoffe et en opèrent la jonction. On obtient alors une couture simple qu'on peut rendre infiniment plus solide et plus régulière en faisant passer les mailles les unes dans les autres dans toute la longueur de la couture et en *tournillant*.

Les derniers brevets qui ont été obtenus pour l'industrie perfectionnée des métiers circulaires appartiennent à MM :

Fraissinet (13 mai 1850). *Fabrication d'un tissu à maille courante et recouvrante sur métier circulaire.*

La maille est double et forme d'un côté le tissu et de l'autre une espèce de peluche convenable pour les articles d'hiver.

Gillet (2 août 1850). *Système de rouloir mécanique, applicable aux métiers circulaires* (1),

Keely et Wilkinson (16 août 1850). Procédés pour fabriquer sur des métiers circulaires continus des tricots à deux lisières applicables à diverses fabrications.

Mauduit et Charonnat (15 octobre 1850). *Métier à plateau universel pour la fabrication des bas et chaussettes, proportionnées dans la jambe et sous le pied, sans couture, en soie, bourre de soie, laine, coton et autres matières susceptibles de se fabriquer sur des métiers.*

Ainsi que l'indique le titre, ce brevet consiste en un plateau circulaire mobile, composé d'un certain nombre de segments en cuivré, dans l'intérieur desquels les auteurs placent des plombs qui concourent au centre; on enlève ces plombs à mesure que l'on veut diminuer le cercle. Celui-ci marche par une vis sans fin, et le système repose sur une table fixe qui est montée sur trois pieds en fonte.

Malgré tous les perfectionnements qui ont été, soit décrits avec détails, soit simplement esquissés dans les pages précédentes, on travaille constamment à modifier encore et à améliorer la fabrication des tricots par métiers circulaires.

Nous avons tâché, par nos recherches, d'établir, avec régularité, les

(1) Nous avons donné, page 412, quelques notions sur le système breveté en 1846. Le brevet de 1850 n'est que le perfectionnement de la même idée.

perfectionnements successifs, afin d'aider, autant qu'il était possible, les mécaniciens, fabricants ou inventeurs qui travaillent ce sujet; nous serions heureux d'avoir réussi.

MM. Berthelot et Jacquin ont fait admettre à l'Exposition universelle de Londres un spécimen de leurs métiers, et nous espérons qu'ils seront vus avec faveur malgré le parti pris qui a, jusqu'ici, fait refuser à nos voisins ce genre d'industrie si intéressant par le bon marché des produits qu'elle fournit, comme par les combinaisons mécaniques qu'elle enfante. Disons cependant que l'on a remarqué dans la salle anglaise, non sans quelque surprise, un métier circulaire à tricot, exposé par un mécanicien anglais et qui a été exécuté en France par un constructeur français.

APPLICATION DES MÉTAUX PAR LA VOIE HUMIDE,

Par M. Gaudin, chimiste-manufacturier à Paris.

Jusqu'à présent, pour obtenir un résultat, dans l'application des métaux, par l'immersion ou par la pile, on a constitué les bains, à l'aide d'une solution dans un liquide acide, basique ou neutre, d'un ou de plusieurs sels produits par la chimie, et appartenant à l'espèce du métal ou des métaux que l'on veut appliquer sur la pièce à recouvrir; c'est-à-dire que jusqu'à ce jour on a constitué les bains en saturant, avant l'emploi de l'immersion ou d'un courant galvanique, le liquide acide, basique ou neutre, au moyen d'un ou de plusieurs sels métalliques; les bains étant ensuite entretenus à l'aide d'*anodes* en métal correspondant, par leur espèce, au métal ou aux métaux dont étaient formés les sels dissous préalablement pour organiser les bains.

Par le nouveau procédé présenté par M. Gaudin, on fait une dissolution à saturation complète de sel marin (gemme) ou de cuisine, comme on voudra l'appeler; on la laisse sur le feu pendant deux heures, puis refroidir, et on la fait filtrer.

On ajoute ensuite à cette dissolution un demi-gramme d'acide sulfurique pur par cent grammes du liquide saturé; on laisse reposer le tout pendant 24 heures et on filtre une seconde fois.

Cette liqueur ainsi constituée, on y trempe une anode du métal que l'on veut déposer, à l'aide d'un courant galvanique, et au bout de deux heures le bain donne sur la pièce à recouvrir.

Pour obtenir, par exemple, un bain d'argent, au trempé, il suffit de faire dissoudre partie d'un morceau d'argent dans la liqueur, de l'y laisser séjourner, et le bain est prêt à servir au bout de 24 heures.

Ces proportions peuvent servir pour l'or, l'argent, le cuivre, le fer, l'acier, le zinc, le platine, etc. C'est ainsi qu'à l'exposition de 1849, on a remarqué de forts jolis sujets sur lesquels l'auteur avait appliqué des couches d'acier. On peut opérer avec la même base, en changeant l'acide et en employant l'acide nitrique, ou le chlore hydrique, soit seuls, soit combinés avec l'acide sulfurique; toutefois le premier procédé est préférable.

MACHINE

A PLIER, COLLER ET TIMBRER LES ENVELOPPES DE LETTRES,

PATENTÉE EN ANGLETERRE ET EN FRANCE

AU NOM DE **M. RÉMOND**, DE BIRMINGHAM,

ET CONSTRUITE

Par **MM. SHARP Frères**, Mécaniciens à Manchester.

(PLANCHE 33.)

La fabrication des enveloppes de lettres a pris, depuis quelques années, un accroissement si considérable qu'on a eu recours aux machines pour en effectuer les diverses opérations nécessaires, comme le découpage, le pliage, le collage, le timbre, le gommage, et jusqu'au comptage, etc.

Dans le principe, les opérations s'effectuaient séparément, et encore, de même qu'à présent, quelques-unes se faisaient toujours manuellement; mais, en étudiant et en combinant les divers mécanismes, on est arrivé à réunir, sur une seule machine, tous les mouvements nécessaires, et à fabriquer ainsi, d'une manière continue, des quantités réellement extraordinaires.

L'élan une fois donné, les prix ont baissé et l'usage des enveloppes est devenu depuis si général, que les établissements qui se sont montés ont peine à suffire à toutes les commandes.

L'Exposition universelle de Londres renferme quelques-unes des machines qui ont été créées ; celle que nous allons décrire est de ce nombre. Imaginée par M. Rémond de Birmingham et construite par la célèbre maison Sharp *Brothers*, de Manchester, elle a été acquise par MM. Waterloo and *Sons*.

Une telle machine, exposée à Hyde-Park, fonctionne devant le public qui est toujours admirateur des choses nouvelles, et particulièrement des appareils qu'il voit en activité. Nous regrettons que M. Legrand, de Paris, n'ait pas envoyé à Londres un spécimen de celles qui fonctionnent dans ses ateliers, car elles sont réellement curieuses, et auraient pu soutenir la comparaison avec ses voisines.

Avant de décrire la machine de M. Rémond, nous retracerons les inventions principales qui ont graduellement donné l'impulsion à ce genre d'industrie, soit par la forme, la sûreté ou le bon marché, etc. Mais nous nous

arrêterons principalement sur celles de ces inventions qui ont pour but spécial la fabrication proprement dite.

En première ligne, nous trouvons M. Maquet, qui s'est occupé sans cesse de cette industrie et à qui revient l'honneur d'en avoir étendu l'importance. C'est lui qui, le premier, a imaginé en France, que nous sachions du moins, de *découper et de plier mécaniquement les enveloppes de lettres.* C'est le titre d'un brevet de 5 ans qu'il prit le 17 janvier 1842, et qui est, par conséquent, dans le domaine public depuis 1847.

Ce brevet repose, d'une part, sur un moyen de couper ou de débiter les enveloppes suivant des dimensions diverses et déterminées par un jeu d'emporte-pièces, et de l'autre, sur une machine composée de pédales commandant, à tour de rôle, le rabattement des quatre côtés de l'enveloppe. Une plaque métallique sert à guider le recouvrement des plis qu'on enduit préalablement de colle ou de gomme sur les bords.

Après M. Maquet (26 septembre 1842), M. Marion s'est fait breveter pour une *machine propre à découper les enveloppes de lettres et à en marquer les plis.* Le titre en indique suffisamment l'usage.

Puis M. Dumoulin (23 février 1843) *pour des enveloppes de lettres indécachetables.* MM. Lambert et Dargand pour un *genre d'enveloppes à lettres* (30 juin 1843, 16 juillet 1844). Enfin, M. Jeanbin (29 octobre 1844) pour une enveloppe adhérente au papier et qu'il nomme *papier à lettres enveloppe.*

Sous la nouvelle loi du 5 juillet 1844 on remarque d'abord la première machine à enveloppes, accomplissant à la fois, et simultanément, toutes les opérations de la fabrication. Brevetée pour 15 ans, le 27 décembre 1845, au nom de M. Verdat du Trembley, sous le titre de *Mécanique propre aux découpage, pliage et collage des enveloppes de lettres*, elle se compose d'un double mécanisme à couteau, servant à découper et à former, par le même mouvement vertical, le pli rabattu des quatre cornes de l'enveloppe. Le papier sans fin est disposé sur un rouleau, puis s'avance graduellement sous le découpoir à section convenable, qui débite la feuille. Celle-ci tombe sur une boîte mobile se rabattant des quatre côtés, et les plis sont formés sans désemparer. Quatre pointes ou guides servent à empêcher les faux plis; et un mécanisme particulier transmet la colle ou la gomme aux endroits nécessaires.

Cette machine est le premier spécimen complet d'une machine entière et bien étudiée.

Par ordre de date, nous citerons :

M. Marion, 6 février 1846. *Genre d'enveloppe, dite de sûreté et d'authenticité.*

M. Marion, 21 mars 1846. *Enveloppes d'un nouveau genre, dites enveloppes Marion.*

M. Charrier, 8 septembre 1849. *Enveloppe avec cachetage spécial, pour garantir les lettres de toute indiscrétion, dite porte-enveloppe Charrier.*

M. Maquet, 30 août 1849. *Machine à plier les enveloppes de lettres sans*

avoir de guide, forme ou gabarit, à l'intérieur de l'enveloppe. Cette machine est le perfectionnement de celle brevetée en 1842; seulement, au lieu d'une plaque métallique servant à former les plis, c'est un balancier à réglettes qu'on manœuvre avec facilité.

M. Rémond, 31 août 1849. *Perfectionnements apportés dans les machines propres à fabriquer les enveloppes de lettres et autres.* C'est la machine que nous allons décrire et qui est représentée sur la pl. 33.

M. Deharambure, 6 novembre 1849. *Genre de papier à lettres et enveloppes postales.*

Enfin, M. Legrand, 7 novembre 1849. *Machine propre à plier et coller les enveloppes de lettres de toutes dimensions.*

Comme nous nous proposons de décrire cette machine avec détails dans le courant de notre huitième volume, nous ne la mentionnons que pour en louer l'heureuse combinaison dont le principe est dû à M. Rabatté, les premiers perfectionnements à M. E. Bourdon, et enfin l'exécution définitive et complète à M. Péron.

Elle plie, colle, presse, compte et marque au besoin les feuilles de papier découpées préalablement et soumises à son action. Elle peut se transformer et agir sous plusieurs formats. Elle contient une foule de mouvements mécaniques véritablement remarquables : c'est sous ce point de vue que nous l'offrirons à nos lecteurs.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A ENVELOPPES DE M. RÉMOND,

REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. 1 A 10, PL. 33.

La machine de M. Rémond a pour but de coller, plier et timbrer les enveloppes de lettres. Ces diverses opérations ont lieu après le découpage préalable du papier suivant les dimensions ou les formes requises.

Les feuilles de papier destinées à faire les enveloppes étant préalablement découpées suivant les formes et les dimensions qu'elles doivent affecter, sont déposées en paquet sur un plateau horizontal adapté à la machine. A partir de ce moment, si on met celle-ci en marche, chaque feuille est successivement enlevée par une sorte de fourche à une ou deux branches et creuse, dans laquelle on fait le vide à l'aide d'un soufflet; puis elle est portée par cette même fourche jusque dans une boîte rectangulaire, à fond mobile, de la dimension adoptée. Aussitôt arrivée, la fourche se retire et abandonne la feuille qui reçoit sur deux de ses cornes à plier une couche de colle ou de gomme à l'aide de deux petites éponges qui en sont constamment imbibées, et d'une touche qui vient presser dessus pour l'obliger à s'imprégner de cette colle. Cette fourche mobile se retire presque immédiatement, et un piston plongeur, à mouvement vertical, descend sur la feuille et la fait tomber au fond de la boîte en la pliant sur les quatre côtés à la fois, c'est-à-dire en forçant les quatre parties ou les

quatre cornes à s'appliquer contre les parois verticales de la boîte, par conséquent à être perpendiculaires à la face centrale qui s'applique sur le fond mobile et percé de trous.

Après ce premier degré de pliage, le piston plongeur se retire, et pendant ce temps un courant d'air atmosphérique est envoyé tout autour de la boîte et sort par des orifices obliques pour presser ou souffler justement sur les quatre parties verticales de la feuille, qui, de cette sorte, sont forcées de s'incliner en dedans; il en résulte que si l'on fait de nouveau descendre le piston plongeur, celui-ci obligera chaque partie de la feuille à se ployer davantage, jusqu'à ce qu'elle touche la face centrale qui est sur le fond; et pour que ce dernier pliage se fasse convenablement, c'est-à-dire que les branches ou les cornes se couchent l'une après l'autre et dans l'ordre voulu, le piston est creux et porte à l'intérieur des appendices qui ne se trouvent pas à la même hauteur, ou qui n'ont pas la même inclinaison; par suite les deux cornes les plus petites se couchent d'abord, puis l'une des deux autres, celle qui a reçu l'encollage quelques instants auparavant, et enfin la quatrième et dernière qui tombe alors sur les précédentes.

Cette opération faite, le piston plongeur remonte, le fond mobile de la boîte bascule et laisse tomber l'enveloppe qui est conduite par un tuyau ou plan incliné sur la table où l'ouvrière la ramasse et en forme des paquets.

Pendant ces diverses opérations un timbre sec ou humide imprime sur la dernière corne, soit une devise, un chiffre ou un ornement, sans entraver en rien le mouvement de pliage.

La fig. 1re représente une vue latérale en élévation de la machine complète à plier, coller et timbrer les enveloppes.

La fig. 2e en est une vue par bout.

La fig. 3e un plan général vu en dessus.

La fig. 4e est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2.

La fig. 5e un tracé spécial des excentriques ou cames qui servent à faire mouvoir les différents organes de la machine.

Et les fig. 7 à 10 des détails en coupe de diverses parties du mécanisme non apparentes sur les vues précédentes.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/12 d'exécution; mais on comprend que les machines qu'elles représentent peuvent être construites sur des dimensions très-différentes suivant le format des enveloppes à fabriquer.

Enfin la fig. 11 représente à une échelle double des précédentes un fragment de coupe transversale faite suivant la boîte principale et la ligne 3-4.

On voit d'abord en A l'arbre moteur sur lequel sont montés tous les excentriques qui doivent imprimer à chaque organe de la machine un certain mouvement en rapport avec le travail. Cet arbre porte d'un bout un

volant qui régularise sa marche, et de l'autre deux poulies Z', Z'', dont une folle et l'autre fixe, pour être mues par un moteur quelconque.

Directement au-dessous de cet arbre est une boîte ou forme rectangulaire en bronze B, dans laquelle le pliage doit s'effectuer. Cette boîte se compose de quatre côtés fixes dressés intérieurement et garnis aux angles de saillies s, mobiles à volonté, pour maintenir la feuille de papier dans la position exacte qu'elle doit occuper. Comme nous l'avons dit, le fond C de cette boîte est mobile; il est adapté d'un côté à charnière pour faire l'office de clapet, et permettre à l'enveloppe de sortir lorsqu'elle est terminée; ce fond prend alors, quand il est ouvert, une direction inclinée.

On l'a percé de trous afin que l'air, pouvant facilement s'échapper, ne soit pas un obstacle à la pose de la feuille lorsque le piston plongeur I' descend dans la boîte. L'enveloppe, tombant dans le canal J, est amenée sur une table où elle est prise par l'ouvrière chargée de les réunir et d'en former des paquets.

On peut s'arranger, et M. Rémond a eu l'idée de cette amélioration, pour que les enveloppes, à leur sortie de la boîte, passent entre deux petits rouleaux de laminoirs qui les aplatissent et neutralisent l'élasticité naturelle du papier; chaque enveloppe est alors parfaitement pressée et peut être mise en paquet avec facilité.

Le fond ou clapet mobile C se ferme et reste fermé pendant l'action du piston plongeur, au moyen du levier d^4, qui agit de la manière suivante:

Sur l'arbre moteur A est placé l'excentrique D, qui met en mouvement la glissière D', à galet a, laquelle marche verticalement dans une coulisse droite et verticale formée dans la pièce de fonte Y, qui sert de guide à toutes les glissières. Celles-ci étant à peu près faites de même, l'explication que nous donnons pour la première pourra servir pour toutes les autres.

Au sommet de la glissière est un galet cylindrique a qui tourne librement sur lui-même lorsque l'excentrique marche et presse sur lui; à cet effet, un ressort à boudin d^2 (voy. fig. 7 et 8) le maintient constamment appliqué contre la surface de cet excentrique. Il en résulte qu'à chaque révolution de l'arbre moteur, la glissière, qui se relie par son extrémité inférieure à la branche D^3 et celle-ci au levier d^4, tient pendant un certain temps le fond fermé, et le tire au contraire pendant un instant très-court pour ouvrir le clapet et laisser tomber l'enveloppe dans le canal J. Le tracé des excentriques (fig. 5 et 6) montre bien la durée de l'ouverture et celle de la fermeture; elle fait voir que le clapet est ouvert pendant 7/32 de révolution seulement, tandis qu'il reste fermé pendant 25/32.

L'alimentation des feuilles de papier sur la forme ou la boîte B se fait d'une manière très-simple et en même temps très-régulière, comme on va le voir par l'application du soufflet dont nous avons parlé.

Sur le même arbre moteur A est placé l'excentrique à gorge E, qui transmet le mouvement au levier coudé à galet e', monté sur l'arbre transversal h, puis successivement aux tringles horizontales c^2, à la traverse f,

et en dernier lieu au chariot E^3, qui glisse à queue d'hironde dans la table en fonte c', comme l'indique le détail, fig. 9. Ce chariot fait corps avec l'alimenteur f' et lui imprime par conséquent un mouvement de va-et-vient qui est parfaitement rectiligne.

L'alimenteur, fig. 10, se compose d'une sorte de canal à deux branches dont l'intérieur communique par le tube en caoutchouc T, avec le soufflet aspirateur H' destiné à faire le vide. Lorsque ce soufflet, qui est placé vers la partie inférieure du bâtis F, aspire, il forme le vide dans le canal, et par suite dans la fourche en bronze et à clapets ; il en résulte un effet de succion qui attire les premières des feuilles de papier empilées sur le plateau L', et la transporte jusqu'au-dessus de la boîte ou matrice B.

Pour que cet effet se produise au moment voulu, le soufflet H'' est mis en action au moyen d'un troisième excentrique H qui, agissant par le double levier à douille h^2, monté sur l'axe transversal h, dont nous avons déjà parlé, et la tringle verticale h^3, transmet un mouvement alternatif irrégulier très-convenable pour l'enlèvement des feuilles et leur transport rapide.

Ces feuilles sont empilées, avons-nous dit, sur le plateau L' ; elles sont en outre guidées par 4 tringles rondes a', qui en maintiennent suffisamment la rigidité et l'exactitude. De plus, tout le système est susceptible de monter et descendre par l'effet d'un quatrième excentrique à joues L, monté sur le même arbre moteur. Celui-ci agit sur la glissière L^2 à laquelle est articulé le levier L^3 dont l'extrémité inférieure se relie à la tringle horizontale L^4 oscillant sur l'arbre et au point R, et commandant la montée et la descente du plateau L', par la tige verticale L^5 guidée dans un support fixe L^6. Le plateau soulevé ainsi, de bas en haut, pourvoit constamment à la diminution de la pile de papiers, de manière que la feuille qui se trouve au-dessus soit toujours en contact avec les fourches de l'alimenteur, parce qu'un long ressort à boudin L^7 appliqué à l'une des entretoises de la machine et à l'extrémité du levier L^3 tend à maintenir ce plateau élevé dès que l'excentrique le permet.

Par cette disposition il est facile de concevoir que si le soufflet fonctionne pendant que le plateau est soulevé, pour que la première feuille du dessus de la pile soit en contact avec le dessous des fourches, le vide s'opère, l'adhérence de la feuille de papier se fait aussitôt par l'effet de la pression atmosphérique, de sorte que l'alimenteur, recevant alors un mouvement de droite à gauche, s'avance en transportant cette feuille avec lui jusque sur la boîte ou la forme B. A ce moment, le vide cesse, parce que le soufflet marche en sens contraire, la feuille se dépose et reste sur la boîte pendant que l'alimenteur s'en retourne pour chercher une autre feuille.

Pendant ce temps le piston plongeur I', dont la base a aussi exactement la forme intérieure de la boîte, descend sur la feuille qui, dans ce moment, occupe la position indiquée sur la fig. 4.

C'est le cinquième excentrique I monté sur l'arbre moteur qui pro-

duit ce mouvement descensionnel en pressant sur la glissière I^2, avec laquelle le piston est solidaire. Dans ce mouvement, la feuille de papier est forcée de pénétrer dans la boîte et ses quatre cornes s'appliquent contre les parois intérieures de celles-ci, de manière à devenir toutes verticales pendant que la partie centrale s'applique sur le fond ou clapet C, qui reste fermé.

Dans cet état, le piston plongeur doit nécessairement se relever, afin de dégager la boîte en y laissant la feuille ainsi ployée sur chaque côté à angle droit. C'est alors que la pression de l'air extérieur envoyé tout autour de la boîte par le deuxième soufflet J′, et s'échappant rapidement par les quatre ouvertures obliques K^2, frappe sur les cornes de la feuille ployée, et oblige celles-ci à s'incliner.

Le soufflet J′, qui est fixé solidement par sa palette supérieure entre les deux flasques du bâtis et qui est muni de deux tubes d'insufflation K′, reçoit son mouvement alternatif à l'aide du long levier légèrement incliné *y*′, du levier coudé y^2, figuré en ponctué sur la fig. 1re, et du sixième excentrique I placé sur l'arbre moteur A, tout à côté du volant régulateur K.

Ce second degré de pliage étant ainsi obtenu, le piston plongeur I′ descend de nouveau par l'effet de l'excentrique I qui est double et qui agit une seconde fois dans la même revolution sur la glissière I^2. Comme ce piston, qui est creux intérieurement, porte des appendices ou saillies inclinées *b*, elles forcent, en descendant, les côtés de la feuille à s'appliquer sur le fond. Mais il importe beaucoup que cette opération ne soit pas arbitraire, c'est-à-dire que les cornes s'abaissent successivement et dans l'ordre voulu. Ainsi, les appendices sont disposées de telle sorte, que c'est celle du côté de la corne qui reçoit l'encollage, qui est la première couchée sur le fond, puis ce sont les deux autres plus petites, et enfin la quatrième et dernière.

Avant cette triple opération du pliage gradué, l'une des cornes de la feuille, au moment où elle a été apportée sur la forme par l'alimenteur, doit recevoir l'encollage nécessaire, composé, soit de gomme, soit de pâte ou autre enduit. A cet effet, sur le côté de la machine, on a disposé un réservoir *k*, de la partie inférieure duquel part le tuyau à robinet qui se divise en deux branches *k*′, formant à leur orifice deux ouvertures rectangulaires qu'on bouche par deux petits morceaux d'éponge qui les désaffleurent légèrement. Quand le robinet est ouvert, la colle vient humecter l'éponge, et, s'infiltrant à travers, monte jusqu'à la surface; par conséquent, lorsque la feuille est amenée sur la forme, la corne qui vient reposer sur cette partie s'enduit d'autant mieux qu'elle est forcée de s'appliquer sur l'éponge par la pression de la touche N′, qui en ce moment descend sur la feuille de papier, sollicitée par la septième came ou excentrique N qui agit sur la glissière N^2 à laquelle elle est adaptée. On comprend que cette pression, et par suite l'encollage, a lieu lorsque l'alimenteur quitte la feuille qu'il vient d'apporter sur la boîte, et elle est suivie immédiatement de la pression du

piston plongeur qui fait pénétrer cette feuille comme nous l'avons remarqué dans la forme ou boîte B.

Pendant cette opération d'encollage qui s'effectue, comme on le voit, dans un temps très-court, il s'en fait aussi une autre qui consiste à timbrer ou à imprimer, soit un cachet, soit une devise, soit un dessin quelconque sur la quatrième corne de la feuille opposée à la première qui reçoit la gomme ou la colle. Ainsi, de ce côté est un timbre mobile M′ qui est adapté à la partie inférieure de la glissière M^2, laquelle est mise en action par la huitième came M, également montée sur l'arbre moteur, comme tous les excentriques précédents. Directement au-dessous est le timbre fixe qui est assujéti sur la table même portant la boîte B. On comprend sans peine que si l'on fait descendre le premier sur le second, au moment où la feuille de papier est apportée sur la forme, elle recevra justement à l'angle de la quatrième corne, la gravure des timbres exactement comme dans une presse à cachet ou à timbre ordinaire.

De même, si, au lieu d'un timbre sec, on veut produire un timbre humide en noir ou en couleur, on dispose au-dessus de la table un rouleau mobile Q′ qui roule sur une plaque à couleur Q^2, fixée derrière la matrice B. Ce rouleau est emmanché sur le bout du levier q^2, dont le point d'oscillation se trouve en x, sur la saillie en fonte q^3. Son bras le plus court est poussé en avant ou en arrière par le neuvième excentrique R qui est aussi monté sur l'arbre moteur.

Toutes ces opérations sont nécessaires pour que l'enveloppe soit complétement achevée; elles doivent se succéder très-régulièrement pour donner de bons produits et agir pendant des intervalles de temps très-variables. On ne peut donc apporter trop de soins à l'étude et à la confection des excentriques qui font la base d'une telle machine.

Comme moyen d'étude, les fig. 5 et 6 représentent des tracés d'excentriques que nous conseillerons toujours d'employer lorsqu'il faudra se rendre compte de plusieurs mouvements.

La première de ces figures indique le degré de calage respectif de chacun des excentriques.

La deuxième, le temps pendant lequel ils agissent.

Toute la partie ombrée indique que les tiges à ressort ont été poussées par les excentriques; la partie blanche indique le repos.

MANOEUVRE ET TRAVAIL DES MACHINES A ENVELOPPES.

La machine tourne dans le sens indiqué par la flèche du volant.

La gomme liquide est placée dans le réservoir : deux morceaux d'éponge minces sont placés dans les deux extrémités des branches du réservoir, puis coupés plats par des ciseaux à deux millimètres environ au-dessus du

cuivre. Le robinet est tourné de manière à laisser arriver la gomme en quantité suffisante pour imprimer le papier.

Cette opération ne peut être réellement bien faite que lorsque la machine tourne continuellement; car si on l'arrêtait, la gomme viendrait toujours et produirait de fâcheux résultats. Il faut donc avoir soin dans ce cas de fermer le robinet.

Un point essentiel aussi, est que du centre de la plate-forme où sont déposées les enveloppes, au centre de la boîte où elles se confectionnent, il y ait juste la distance du parcours du porteur, puis aussi que le centre des deux grands côtés soit bien avec le centre de la boîte dans sa longueur.

Ces remarques sont très-importantes, car les guides pourraient, pour une cause quelconque, se déranger; c'est pourquoi ils sont mobiles et facilement réajustables.

Les enveloppes doivent être étalées un peu ou passées à diverses reprises sous la main, comme un jeu de cartes, afin qu'elles se détachent bien l'une de l'autre. La coupe doit être mise en dedans, c'est-à-dire, qu'étant coupées par un outil mâle et femelle, le papier est un peu retourné sur les bords. C'est ce rebord qui doit se trouver sur la plate-forme.

Dès que la machine ne fonctionne plus, il faut avoir soin de fermer le robinet du gommeur et de ne plus laisser alimenter.

Manœuvrée avec soin et régularité, la machine peut faire 60 tours à la minute, soit 60 enveloppes ou 60 × 60 × 12 = 43,200, par journée de 12 heures.

Ordinairement elle ne marche qu'à la vitesse de 40 tours, soit 28,800, et comme il faut faire la part des temps d'arrêt, 22 à 25,000 enveloppes.

TOUR PARALLÈLE

A POUPÉES EXCENTRIQUES ET A CHARIOT PIVOTANT

POUR FILETER, ALÉSER ET TOURNER SPHÉRIQUE,

CONSTRUIT A L'USINE DE GRAFFENSTADEN (BAS-RHIN).

(PLANCHE 34.)

L'établissement des chemins de fer a amené les ateliers de construction à exécuter un grand nombre d'outils spéciaux, soit pour raboter ou mortaiser, soit pour tourner ou aléser certaines pièces qui ne peuvent se faire sur des machines ordinaires. Si, d'un côté, les constructeurs ont généralement compris que, pour arriver à faire de la mécanique avec précision et avec économie, il était indispensable d'opérer avec des outils convenablement disposés, de l'autre, ils ont été poussés d'autant plus à s'outiller grandement, que la marine, les voies de fer ont formé des ateliers importants meublés de toutes sortes d'instruments, de machines outils, soit pour exécuter leurs appareils complétement, soit pour y faire seulement les pièces de réparation ou de rechange.

Ces outils ont apporté une grande amélioration dans les constructions, en permettant de faire mieux et à meilleur marché. Aussi, on peut être persuadé que les prix de revient des objets mécaniques sont réduits actuellement de plus de 50 0/0, par rapport à ceux que l'on a payés il n'y a pas encore quinze ans.

Nous l'avons déjà dit, chaque constructeur, chaque établissement de construction doit s'organiser en outils disposés suivant le genre de travaux qu'il est le plus susceptible de faire, et proportionnés aux dimensions comme à la nature des pièces à travailler. Ainsi, dans un atelier qui ne doit généralement pas faire de machines à vapeur ni de pompes, il est à peu près inutile d'avoir de grands alésoirs, qui sont dispendieux, et qui ne rapporteraient pas l'intérêt de l'argent qu'ils auraient coûté. De même, si l'on n'est pas appelé à exécuter des pièces particulières de forme, comme à tourner et à aléser des surfaces sphériques, il n'est pas nécessaire de se donner des tours particuliers qui ne rendraient pas assez de services.

A une époque où la construction des machines avait pris le plus grand

essor, quelques ateliers, espérant, non sans raison, être suffisamment entretenus de commandes, n'ont pas craint de s'outiller largement, de telle sorte à travailler exactement comme en fabrication, afin que chaque outil n'eût à faire constamment que les mêmes pièces. Mais si un luxe d'outillage rapporte dans les temps prospères, il devient aussi trop onéreux dans les temps de chômage et de détresse. C'est pourquoi il est prudent de se limiter dans le nombre comme dans le choix de ses outils.

Il est souvent bien préférable d'avoir une machine-outil bien entendue, bien combinée, sur laquelle on peut, au besoin, effectuer plusieurs opérations différentes, que deux ou trois machines ne permettant chacune qu'un seul et même travail.

Le tour parallèle que nous allons décrire est dans ces conditions : il peut servir non-seulement pour tourner et aléser des pièces cylindriques, comme un tour à chariot ordinaire, mais encore pour tourner et aléser des pièces sphériques, ainsi qu'il s'en rencontre dans les machines en usage sur les chemins de fer, soit par exemple les jonctions ou les raccords des tuyaux qui amènent l'eau du tender à la locomotive, les soupapes et les siéges des pompes alimentaires, les boutons de manivelles, etc. Le tour peut également être employé au filetage de vis de rappel, de freins ou d'assemblage.

La plus grande partie des ateliers de construction ou de réparation, travaillant pour les sociétés de chemins de fer, sont aujourd'hui meublés de ce genre d'outils ; et les constructeurs qui en établissent sont, en France, MM. Calla, Varrall Middleton et Elwell, Mesmer, ingénieur de l'usine de Graffenstaden, et plusieurs autres ; et en Angleterre, MM. Nasmyth, Whitworth, Sharp et C[ie], etc.

Cette machine forme un complément indispensable de la série déjà nombreuse de machines-outils très-différentes que nous avons données dans les précédents volumes de ce Recueil. Nous l'avons relevée avec détails aux ateliers du chemin du Nord, grâce à la bienveillante autorisation de MM. les ingénieurs, employés dans cet important établissement.

Elle est représentée en élévation vue de face sur la fig. 1, pl. 34, en supposant l'outil tournant la partie sphérique d'une pièce de raccord en cuivre, creuse et traversée par un axe en fer.

La fig. 2 montre le plan vu en-dessus du même tour, mais les poupées écartées, et le support placé pour marcher parallèlement afin de tourner la partie cylindrique d'un arbre en fer.

La fig. 3 est une vue par bout du côté de la poupée fixe, portant les poulies et engrenages de commande.

La fig. 4 est une seconde vue par bout, à l'extrémité opposée, du côté de la poupée mobile.

La fig. 5 est une section transversale faite suivant la ligne 1-2, au milieu de la même poupée mobile.

On voit, par ces figures, que l'appareil se distingue des tours parallèles

ordinaires, par la disposition des poupées qui sont notablement excentrées par rapport à l'axe du banc, afin de présenter leurs pointes tout à fait en avant de celui-ci; et aussi par la construction du support à chariot, qui non-seulement peut avoir les deux mouvements rectilignes parallèle et perpendiculaire à l'axe, mais encore celui de rotation, en pivotant sur lui-même d'une manière constante et régulière, afin de servir à tourner ou aléser les surfaces sphériques.

De la poupée fixe A. Cette poupée qui, comme dans tous les tours en général, forme la partie principale de la machine, se compose des mêmes éléments, et présente en élévation (fig. 1) le même aspect que celui des tours parallèles que nous avons donnés dans les tomes IIe et IVe. Cependant les deux branches et les deux joues verticales *a* et *a'* qui portent l'arbre de commande B, diffèrent essentiellement de celles des autres poupées, en ce qu'elles avancent de beaucoup sur le devant, pour que cet arbre se trouve sensiblement en dehors du banc.

Ces joues sont donc recourbées en avant, et s'excentrent par suite au-dessus de la base *b* de la poupée, avec laquelle elles sont d'ailleurs fondues. Elles portent, d'une part, vers leur extrémité, des coussinets fixes *c*, en acier ou en bronze, pour recevoir les tourillons de l'arbre B, qui est en fer, mais trempé en paquet; et de l'autre, en arrière, les coussinets mobiles *c'* qui y sont ajustés à coulisse, afin de pouvoir, au besoin, reculer ou avancer, suivant que l'on veut éloigner ou rapprocher l'axe C du premier B.

Or, cet axe C porte, d'un bout, une roue droite D, dentée en fonte et taillée, et de l'autre, un petit pignon droit E, également denté en fonte, avec une joue sur le côté. De même, l'arbre B porte aussi, mais à droite, une roue droite D', qui peut engrener avec le pignon E, et à gauche, le pignon E' qui peut engrener avec la roue droite D. Il en résulte que lorsque l'axe C est suffisamment rapproché de l'arbre B, ces quatre engrenages sont embrayés; mais alors, pour que le mouvement ait lieu, il faut que la roue D' soit fixe sur son arbre, et que le pignon E' soit relié à la base du cône à plusieurs diamètres F, qui est au contraire rendu fou. Ce cône recevant son mouvement de rotation d'un autre cône semblable, mais renversé, monté sur un arbre intermédiaire, imprime donc le même mouvement au pignon E', lequel commande la roue D, en retardant la vitesse de son axe C; et le pignon E, engrenant avec la roue D', fait à son tour mouvoir l'arbre B, qui tourne à une vitesse beaucoup plus lente.

Lorsqu'au contraire le cône est rendu fixe avec la roue D', et par conséquent avec l'arbre, ce que l'on fait, avec l'aide d'une simple vis ou par tout autre moyen, l'axe C doit être reculé pour que le pignon E et la roue D soient débrayés, afin de rendre l'arbre B libre, et lui permettre de tourner à la même vitesse que celle imprimée à l'une des poulies du cône.

On opère l'éloignement ou le raprochement de l'axe C, d'une manière fort simple, en tirant ou en poussant la tige horizontale *d*, qui se relie par les deux bras *e*, aux coussinets *c'* de cet axe.

La base de la poupée fixe, est dressée en dessous, et repose à l'extré-

mité du banc en fonte F sur lequel elle est ajustée, et fixée solidement au moyen de quatre boulons à écrous qui la traversent. Des vis buttantes *f*, sont taraudées dans des oreilles *g* venues de fonte avec cette base (fig. 3), pour servir à centrer la poupée, en s'appuyant contre les bandes saillantes et dressées *h* ménagées sur les côtés intérieurs du banc.

A l'extérieur de la poupée, et sur le bout de l'arbre B, s'applique aussi une vis de pression *f'* qui est filetée dans un écrou en bronze *g'*, porté par une traverse en fer *h'*, laquelle se boulonne à distance à la joue extérieure *a*, afin de maintenir la pression exercée par l'outil sur la pointe de l'arbre; une vis de serrage placée au-dessus empêche que le système ne puisse prendre du jeu pendant le travail.

Du banc F. Ce banc est fondu d'une seule pièce avec plusieurs nervures verticales ou séparations *i* qui relient les deux côtés latéraux. Les bandes supérieures *h*, sur lesquelles reposent les deux poupées, sont dressées avec beaucoup de soin, à la machine à raboter, et forment une surface qui doit être parfaitement plané et bien horizontale. Sur la face antérieure sont ménagées deux saillies longitudinales *j j'* (fig. 4 et 5) également rabotées et très-droites, pour servir à recevoir la plaque d'assise du support à chariot. Il est fixé par ses deux extrémités sur deux forts et larges pieds en fonte G, qui forment empattement à leur base, et se boulonnent soit sur deux pierres de taille, encastrées dans le sol, soit sur des pièces de charpente.

Sur la saillie ou nervure intérieure *j* repose la longue crémaillère droite H, qui est fixe contre le banc, afin de servir à transporter tout le mécanisme du support à chariot, d'une extrémité à l'autre, en engrenant à cet effet le pignon droit à joue H' (fig. 3 et 4) dont l'axe, prolongé en dehors, porte le grand croisillon à quatre branches I qui sert de manivelle.

De la poupée mobile A'. Le corps de cette poupée est semblable à celui de la première, seulement sa largeur est sensiblement moins grande; ses joues verticales a^2, sont aussi excentrées pour s'avancer sur le devant du tour; elles sont réunies vers leur partie extrême supérieure par une douille cylindrique *d'*, dans laquelle s'ajuste la contre-pointe cylindrique en fer *e'*, que l'on serre pour la maintenir dans sa position au moyen de la vis à poignée *k*.

Cette poupée peut se fixer en une partie quelconque du banc ; sa base *b'* est, à cet effet, parfaitement dressée, et retenue solidement au moyen de deux boulons à écrous et d'une traverse en fer *l* (fig. 4 et 5), après avoir été centrée par les vis buttantes *f*, semblables à celles appliquées à la première poupée, et taraudées de même dans des oreilles *g*. Une vis de rappel *m* (fig. 2) est appliquée à l'extrémité de la contre-pointe *e'* pour servir à régler exactement la position de celle-ci, et en même temps à l'empêcher de reculer. Cette vis porte à son extrémité un petit volant en fonte *n*, à l'aide duquel on peut la faire tourner, et elle est soutenue par un collier ou traverse en fer *o*, qui se relie à la poupée par les tiges taraudées *o'*.

Du support a chariot. Dans ce système de tour parallèle à poupées excentrées, le support à chariot ne s'applique pas sur la face horizontale

supérieure du banc, comme dans les autres systèmes, mais au contraire, contre la face verticale antérieure; c'est pourquoi sa base ou sa plaque d'assise K est elle-même disposée verticalement, et présente une sorte de griffe afin de se retenir aux nervures saillantes et longitudinales extérieures *j* et *j'*, et glisser le long de ces nervures en restant toujours dans le même plan. A l'intérieur de cette plaque d'assise est rapporté un écrou en bronze, qui est traversé par la longue vis de rappel L, laquelle règne sur toute la longueur du banc, et est retenue dans des coussinets *q*, rapportés contre celui-ci. Cette vis de rappel a pour objet de transmettre un mouvement de translation au support à chariot, en rapport de vitesse avec la rotation de l'arbre moteur B, et par suite, de celle de la pièce que l'on veut fileter.

Sur la tête de cette vis, est montée la roue droite à douille M, avec laquelle engrène le pignon droit N qui fait corps avec une roue semblable N', et dont l'axe commun est porté par la pièce à coulisse O, appelée assez généralement tête de cheval, comme permettant de varier à volonté de position, et par suite, de changer ses deux engrenages N et N'. Une autre roue intermédiaire P, également portée par une pièce à coulisse O' qui se fixe par un boulon contre la joue extérieure *a* de la grande poupée, engrène à la fois avec la roue droite N' et avec le pignon droit P' qui est rapporté à l'extrémité de l'axe principal B.

D'après le rapport existant entre ces divers engrenages, on comprend sans peine que la vitesse de rotation de la vis de rappel peut être trois, quatre ou cinq fois plus petite que celle de l'arbre B, et par suite, le pas de la vis qu'il s'agit de fileter est aussi autant de fois plus petit, et en changeant les intermédiaires N, N' et P, on peut établir d'autres proportions soit pour que la vitesse de la vis de rappel se rapproche de celle de l'arbre B, soit, au contraire, pour que ces vitesses soient très-différentes entre elles. Ainsi, pour aléser ou pour tourner une pièce cylindrique, la marche de l'outil, et par conséquent du chariot, doit être très-lente, il faut donc que la rotation de la vis de rappel soit elle-même extrêmement ralentie par rapport à celle de l'arbre et de la pièce.

La plaque d'assise K est fondue avec la partie avancée Q, qui forme ainsi une sorte d'équerre consolidée par une nervure *q'*. Contre la face droite et verticale de cette branche s'applique l'espèce de douille à crochet R, ajustée de manière à pouvoir s'y promener afin d'avancer ou de reculer le support à chariot de l'axe du tour, ce que l'on peut faire au moyen de la vis de rappel *r*, qui, comme le montre la section transversale fig. 6, se loge dans l'évidement de la branche Q dans l'intérieur de laquelle est rapporté un écrou en bronze, traversé par cette vis.

La douille en fonte R qui forme la base du support proprement dit, est filetée dans sa partie renflée pour recevoir le canon en cuivre S (fig. 6 et 7) qui y est ajusté avec précision, et que l'on peut retenir au besoin au moyen des cales en fer *s* que l'on serre par des vis de pression *s'*. Sur le sommet de cette douille est rapportée, ou mieux est fondue avec elle, une

roue S', taillée en creux à sa circonférence, et en hélice pour engrener avec la vis sans fin *t* (fig. 1re), dont l'axe se prolonge afin de porter une petite manivelle *t'* que l'on tourne à la main, ce qui a lieu lorsque le support doit pivoter sur lui-même, afin de tourner des surfaces sphériques; dans ce cas on doit évidemment desserrer les cales *s*.

Au-dessus de la roue héliçoïde est rapportée la plaque horizontale T, dont on voit une section transversale sur la fig. 8. Sur le milieu de cette plaque s'ajuste le support proprement dit U, dans lequel se place le burin ou le crochet *u* (fig. 1 et 2) qui doit attaquer la pièce à tourner, et qui est fixée par les deux vis de pression *v*. On peut faire marcher ce porte-outil parallèlement à lui-même en le faisant glisser entre les deux coulisseaux *x* à l'aide de la vis de rappel *y*, dont la tête est engagée dans l'extrémité de la plaque T et que l'on fait tourner au besoin à la main par une petite manivelle que l'on ajuste sur son carré.

Par cette disposition, l'outil peut marcher dans toutes les directions, puisque d'un côté il est facile de le faire tourner sur lui-même, au moyen de la roue à vis sans fin S' et que de l'autre on peut le faire avancer ou reculer soit à l'aide de la vis de rappel *r*, soit au moyen de celle *y*. On peut donc tourner ainsi des pièces cylindriques ou coniques, ou à volonté des pièces sphériques quelconques.

Du plateau et des pointes du tour. L'arbre moteur B porte un plateau en fonte tourné V, sur lequel s'appliquent directement les pièces plates pour tourner en l'air, et que l'on fixe, à cet effet, au moyen de petites poupées volantes à vis que l'on ajuste dans les diverses entailles pratiquées dans l'épaisseur du plateau.

Pour tourner ou aléser de grandes pièces, il suffit de serrer celles-ci entre les deux fausses pointes aciérées *p* qui sont ajustées, l'une dans l'arbre B, et l'autre dans la contre-pointe *e'* de la poupée mobile, puis de monter sur le bout de la pièce une bride à vis X (fig. 1 et 9), qui, pendant la rotation de l'arbre, est entraînée par le toc ou goujon *z* fixé au plateau, et force, par suite, la pièce à tourner avec la même vitesse.

On voit donc, par ce qui précède, que ce système de tour peut remplir, avec le même avantage, toutes les conditions de tournage, d'alésage ou de filetage des autres tours parallèles, et qu'il a de plus le mérite de travailler sur des surfaces sphériques, ce que ne permettent pas toujours, au moins, d'une manière précise, les autres systèmes. Par les poupées excentrées et le support à chariot, placé en dehors du banc, on a plus de facilité pour effectuer certaines opérations.

Le tour que nous venons de décrire a été établi à l'usine de Graffenstaden (Bas-Rhin) et figurait en 1849 à l'exposition nationale. On a pu remarquer à cette exposition l'importante collection d'outils de toutes sortes et de toutes dimensions que de tous les points de la France on y avait envoyés. Quel contraste avec l'exposition universelle de Londres, sauf MM. Whitworth, Sharp, Nasmyth et quelques autres qui ont envoyé un échantillon plus ou moins complet de leurs produits, on cherche inutile-

ment ces machines-outils si intéressantes et si vantées, pour en observer différences ou les comparer au point de vue mécanique et industriel. Elles ne brillent que par leur absence. Et cependant, comme la France, par des motifs de prudence et de situation exceptionnelle, s'est complétement abstenue sur ce point, on ne manquera pas de faire des comparaisons malignes à l'avantage de nos voisins.

N'oublions pas pourtant de mentionner de nouveau la collection de M. Whitworth qui est aussi complète que bien exécutée.

NOTE SUR LES RADIALES.

Au sujet de la machine à percer, dite radiale, que nous avons décrite tout récemment et représentée sur la pl. 28 de ce volume, M. Calla, ingénieur mécanicien et constructeur de cette machine, nous a écrit pour nous annoncer que le système est dû à M. Whitworth, de Manchester, et qu'il était juste de mentionner ce constructeur comme en étant le véritable auteur.

Tout en reconnaissant la réclamation d'ailleurs très-gracieuse et toute loyale de M. Calla, nous devons dire que, en publiant cet appareil, nous n'avons pas eu la prétention de faire l'historique des machines à percer, sans quoi nous n'avions pas seulement M. Whitworth à citer, mais encore plusieurs autres constructeurs, comme MM. Cavé et Decoster, à Paris.

Nous avons parlé de MM. Sharp et C[ie], de Manchester, comme étant les premiers qui aient exécuté des *radiales ;* c'est du moins cette maison qui a été la première à en livrer en France. Ainsi, dès 1840, il y en avait une aux ateliers du chemin de fer d'Orléans. Avant de terminer notre description, nous avons démontré que M. Whitworth était l'auteur du mécanisme ingénieux appliqué au porte-outil.

La radiale que nous avons relevée aux ateliers du chemin de fer de Lyon, a bien été construite par M. Calla, elle nous a paru très-bien exécutée, et nous avons cru devoir la faire connaître. Souvent nous publions ainsi des instruments, des appareils confectionnés par des mécaniciens qui n'en sont pas pour cela les inventeurs. Comme ce sont les outils, les machines fonctionnant, et donnant de bons résultats, que nous cherchons surtout à faire connaître, nous croyons qu'il est naturel d'en citer particulièrement les constructeurs ; cependant, lorsque nous faisons l'histoire des découvertes et des perfectionnements qui ont eu lieu, dans de certaines industries, comme par exemple, dans les métiers à tricot, nous ne manquons pas de mentionner, autant qu'il dépend de nous, tous les auteurs qui y ont coopéré.

Nous avons trop souvent reconnu le mérite et la capacité de M. Whitworth dans l'exécution des machines-outils, pour qu'il vienne à la pensée de nos lecteurs, que nous avons volontairement omis de le citer, dans l'exemple actuel, comme l'auteur de la Radiale copiée par M. Calla. Mais, nous devons le répéter, nous ne le regardons pas comme l'inventeur, comme le premier constructeur qui ait exécuté de ces sortes d'appareils.

CHAUDIÈRES

OU

GÉNÉRATEURS A VAPEUR DE DIVERSES CONSTRUCTIONS.

CHAUDIÈRES A BOUILLEURS ET SANS BOUILLEURS,
CHAUDIÈRES TUBULAIRES,
CHAUDIÈRES A FOYER INTÉRIEUR, FOURNEAUX FUMIVORES.

(PLANCHES 35, 36, 37 ET 38.)

Si depuis quelques années on a apporté des perfectionnements notables dans la construction des machines à vapeur, soit pour en simplifier l'exécution, soit pour diminuer la dépense de vapeur, il faut le reconnaître, on s'est beaucoup occupé aussi d'améliorer les fourneaux et les chaudières à vapeur.

Cependant, malgré les diverses améliorations qui ont été successivement proposées dans ces appareils, on sait qu'ils laissent encore à désirer, sous le rapport de l'économie du combustible, dont on n'est pas arrivé à utiliser complétement tout le calorique, comme aussi sous le rapport du volume et par suite de l'emplacement qu'ils occupent, et du prix trop élevé auquel ils reviennent.

Il n'en est pas moins vrai, et nous aimons à le constater, on a considérablement travaillé sur cette partie, en France et ailleurs. Aussi, nous croyons qu'il ne sera pas sans intérêt de voir, à ce sujet, les différents systèmes qui ont été exécutés depuis peu et qui paraissent adoptés dans plusieurs localités.

A énumérer tous les brevets d'invention qui ont été demandés pour cet objet, on peut être persuadé qu'il est un de ceux qui certainement a été le plus étudié. Ce serait un travail beaucoup trop long et même fastidieux que de passer en revue ce grand nombre de projets différents et qui ne peuvent d'ailleurs présenter le même intérêt; nous nous contenterons de décrire les principaux, surtout ceux qui ont été appliqués et qui sont susceptibles de donner de bons résultats en pratique.

Bien des fois déjà l'on a annoncé des dispositions particulières de générateurs capables de produire, sous un très-petit volume, une grande quantité de vapeur, et susceptibles, par conséquent, de rendre de très-grands services, surtout à la navigation et aux chemins de fer. Mais, jusqu'à présent, on ne voit réellement rien de sérieux à cet égard; toutefois, à une époque comme celle-ci, où les progrès de toutes sortes marchent avec une si grande rapidité, on ne doit pas désespérer qu'un jour ou l'autre il ne surgisse un système qui résolve le problème tant cherché. Peut-être sommes-nous sur la voie?

On sait, par exemple, que M. Testud de Beauregard s'est fait breveter en mars 1848, pour un système qu'il appelle *pneumato-sphéroïdal*, et qui a fait quelque sensation dans le monde industriel. Il consiste en un vase cylindrique en métal, de faible capacité, fermé de toute part, et posé par sa base, qui est très-épaisse, sur un foyer à grille; on laisse tomber dans ce vase des gouttelettes d'eau qui, en contact avec le fond rougi, produisent de la vapeur à 3 ou 4 atmosphères, mais surchauffée à 380 ou 400 degrés. Si ce système réussit, on serait amené à réduire énormément le volume des chaudières, car, suivant l'inventeur, qui monte un établissement à Saint-Mandé, près Paris, un cylindre en tôle de 1/10 de mètre cube seulement, suffirait à alimenter de vapeur une machine de 4 chevaux, en produisant, avec 8 à 9 grammes d'eau environ, 100 litres de vapeur à 4 atmosphères, surchauffée à 400 degrés.

Nous suivrons avec intérêt les applications de ce procédé dont nous serons heureux de rendre compte, lorsque les expériences auront répondu aux résultats que l'inventeur en espère.

M. Corbin, ancien maître de forges, qui s'est constamment occupé de pyrotechnie, fait construire, chez MM. Cail et Ce, à Chaillot, une chaudière cylindrique, qui doit être chauffée par la flamme produite au moyen de la houille ou d'autres substances combustibles réduites à l'état de poudre impalpable, et envoyée dans un foyer fermé, sans grille, par un distributeur mécanique et un ventilateur. Par cette disposition, on éviterait la haute cheminée, que l'on est obligé d'employer pour former un tirage suffisant, et on diminuerait considérablement aussi le volume des générateurs, parce que, suivant l'auteur, tout le calorique du combustible serait à peu près entièrement utilisé à la vaporisation de l'eau, de sorte qu'au lieu de produire 6 à 7 kilogrammes de vapeur par kilogramme de houille, on pourrait arriver à doubler au moins cette quantité.

L'application du système, breveté en 1845, sous le titre général de *pyrosphère*, a déjà été faite, comme four à souder et à réchauffer, dans plusieurs forges à fer. On doit également l'appliquer à une chaudière de locomotive.

De tels systèmes, s'ils devenaient tout à fait manufacturiers, rendraient de grands services à l'industrie en réduisant le prix des appareils.

Jusqu'alors ce sont les chaudières tubulaires, dont l'invention est due à un ingénieur français, M. Séguin, qui ont permis d'obtenir, sous le volume

le plus réduit, la plus grande quantité de vapeur. Ce système est généralement employé dans les locomotives et dans les navires; il est peu appliqué dans les usines, parce qu'il ne laisse pas d'être difficile de construction, et, par suite, dispendieux d'achat et d'entretien.

Les chaudières, dites à tombeau, de Watt, presque exclusivement appliquées à la basse pression, ne sont presque plus en usage que dans les machines anciennement construites. Elles ont été remplacées avec avantage par les chaudières cylindriques, qui sont beaucoup plus simples, plus solides, et plus faciles à exécuter.

Ces chaudières cylindriques sont les plus répandues; mais elles ne sont pas toutes disposées de même. Les unes sont accompagnées de deux ou trois bouilleurs, dont le diamètre est le plus souvent moins de moitié du corps de la chaudière, au-dessous de laquelle ils sont placés, reliés par deux ou plusieurs tubulures. D'autres sont sans bouilleurs: on en fait beaucoup actuellement, surtout depuis les expériences faites chez M. Cavé, expériences que nous avons publiées au commencement du IVe volume de ce Recueil, et qui ont été copiées depuis dans plusieurs ouvrages.

Chacun de ces systèmes est à foyer extérieur. Mais on en construit aussi, et surtout en Angleterre, avec le foyer intérieur; telles sont particulièrement les chaudières de Cornouailles, à grande surface de chauffe et à combustion lente.

Il y a encore des dispositions mixtes qui se composent en partie de plusieurs éléments des précédentes, et qui ne laissent pas de donner de bons résultats : ce sont principalement ces dispositions que nous nous proposons de décrire avec détails.

Les constructeurs diffèrent essentiellement entre eux sur les proportions données aux surfaces et aux volumes des chaudières; nous entrerons à ce sujet dans quelques explications, et nous le terminerons par des tables ou des diagrammes qui permettront d'en calculer, avec facilité, les dimensions principales, et par suite d'en évaluer le poids et le prix approximatif.

CHAUDIÈRE CYLINDRIQUE A BOUILLEURS SUPERPOSÉS,

Par M. Farcot, Ingénieur-Mécanicien, à Saint-Ouen près Paris.

(Fig. 1 et 2, pl. 35.)

Comme nous l'avons déjà dit, on doit à M. Farcot de notables perfectionnements apportés dans les machines à vapeur; on lui doit aussi des améliorations dans la construction des fourneaux et des générateurs. Il est un des premiers qui a compris qu'il était plus naturel de porter la plus grande chaleur sous la chaudière même qui forme le principal réservoir de vapeur, qu'à l'entour des bouilleurs.

Aussi, au lieu de placer ceux-ci, comme on l'avait fait presque constamment, sous les corps cylindriques du générateur proprement dit, il a ima-

giné de disposer une série de bouilleurs superposés, latéralement à la chaudière, qui reçoit alors directement l'action de la flamme à mesure qu'elle arrive du foyer, de sorte que ces bouilleurs ne sont chauffés qu'en second lieu et non en premier.

Cette disposition, pour laquelle l'auteur s'est fait breveter le 4 janvier 1845, est rendue apparente sur les fig. 1 et 2 du dessin, pl. 35, dont l'une, la première, est une section verticale et transversale faite suivant la ligne 1-2, et l'autre, une coupe longitudinale par l'axe des bouilleurs.

La grille A placée en tête du fourneau se trouve directement au-dessous de la partie extrême antérieure de la chaudière B, qui est léchée par la flamme sur toute la moitié inférieure de la surface. Elle est surmontée vers le milieu d'une cloche cylindrique qui augmente son réservoir de vapeur, tout en élevant le tuyau par lequel celle-ci est amenée à la machine, afin qu'elle entraîne le moins d'eau possible avec elle.

La communication entre cette chaudière et les bouilleurs adjacents, qui ne deviennent pour ainsi dire que des tuyaux alimentaires, a lieu au moyen d'un tube *a*, *b*, *c*, en plusieurs pièces, assemblées à brides, dont une branche *a* descend verticalement jusque vers le bas de la chaudiere, pour y conduire l'eau chaude, et l'autre *c* se relie à la tubulure en fonte *d* ménagée à l'extrémité du premier bouilleur C.

Celui-ci communique avec le second D, placé directement au-dessous de lui, par une autre tubulure *e*, assemblée au mastic de fonte. De même, ce second bouilleur D est réuni par le bout opposé *f* au troisième bouilleur E, qui se relie de la même manière avec le quatrième et dernier F.

Ces bouilleurs sont légèrement inclinés, et en sens inverse, de manière que l'eau qui arrive froide, ou à peu près, par le tube d'alimentation *g*, qui est muni de son robinet, se projetant d'abord à l'extrémité la plus basse du bouilleur inférieur F, remonte celui-ci, et s'élève par la tubulure *e'* dans celui E, qui est directement au-dessus, pour passer ensuite, à mesure qu'elle s'échauffe, dans les bouilleurs D et C.

Il se forme ainsi une sorte de circulation continue, tant que l'on envoie de l'eau d'alimentation. La température augmente graduellement, parce qu'elle passe successivement d'un bouilleur à un autre qui est plus chauffé. En effet, la flamme et l'air chaud, après avoir parcouru toute l'étendue de la chaudière, arrivent par l'ouverture G dans le carneau H, qui renferme le premier bouilleur ; ils enveloppent celui-ci de toutes parts, et se rendent bientôt, par l'autre extrémité, dans le carneau inférieur I, afin de chauffer de même le second bouilleur; puis enfin ils parcourent les carneaux J et K, et sortent dans la cheminée d'appel avec laquelle communique ce dernier.

Il en résulte donc que l'eau à vaporiser suit une marche tout à fait opposée à celle de l'air chaud et de la fumée; elle rencontre des surfaces d'autant plus chaudes qu'elle s'élève, tandis que les gaz se refroidissent à mesure qu'ils descendent et se rapprochent de la cheminée.

La construction de ces carneaux successifs est extrêmement facile, puisqu'ils sont simplement formés par des plaques horizontales en fonte L, de sorte qu'il suffit de monter en briques les parois latérales, dont l'une est celle même du fourneau de la chaudière. Le devant est également en brique, et le bout opposé est aussi une simple plaque de fonte verticale M, qui sert en même temps de registre pour régler le tirage.

Les bouilleurs sont faciles à nettoyer, parce qu'ils sont chacun munis, en tête, d'un couvercle autoclave *h*, disposé comme celui du trou d'homme qui se trouve sur la chaudière. Ils ne sont généralement pas d'un diamètre assez grand pour permettre d'y faire entrer une personne, quand il est nécessaire de les nettoyer; mais comme aussi on ne leur donne pas une trop grande longueur, il suffit d'employer une râcle pour effectuer cette opération, qui d'ailleurs n'est pas bien pénible, car on comprend sans doute que, dans un tel système, les bouilleurs ne peuvent jamais se couvrir de tartre comme ceux qui sont placés sous leur chaudière, et qui par cela même reçoivent le premier coup de feu.

M. Farcot a, dans quelques circonstances, disposé les bouilleurs sur deux séries de plans verticaux. Telle est la disposition appliquée à la machine de 25 chevaux qu'il a montée à la Villette, et qui a été le sujet d'expériences faites par M. Lechatelier, en 1848, pour le concours proposé par la Société d'encouragement.

On sait que ces expériences lui ont valu la moitié du prix de 10,000 fr. Nous en avons fait connaître précédemment le résultat.

Les dimensions de la chaudière expérimentée sont :

Diamètre du corps de la chaudière.	1 mètre.
Diamètre de chacun des quatre bouilleurs. . .	0m 40.
Longueur de la chaudière et de ces bouilleurs.	6 mètres.
Surface de chauffe totale.	39 mètres quarrés.
Surface de la grille.	0m.q84.

On se rappelle que la machine, livrée seulement pour 25 chevaux, a donné au frein : 30 ch. 55, en faisant en outre marcher une petite pompe à simple effet, et dont la résistance a été évaluée à 2/10mes de cheval.

La consommation de charbon, dans une marche continue de 9 h. 55′, a été de 400 kilogrammes.

Soit, de 1 kil. 320 par cheval et par heure.

L'eau totale dépensée a été de 2970 kilog.

Soit : 9 k. 803 par cheval et par heure,
ou 7 k. 425 par kilog. de houille.

Le travail disponible sur l'arbre moteur par kilogramme dépensé a été de 27,370 kilogrammètres.

Le combustible employé était de la houille anglaise de roche que l'on avait fait venir de Calais.

CHAUDIÈRE AVEC BOUILLEUR A CARNEAU INTÉRIEUR,

Par M. Léon, Ingénieur civil à Londres.

(Fig. 3 et 4, pl. 35.)

M. Jean Léon, ingénieur français, qui, après avoir fait divers voyages, et séjourné longtemps dans les colonies, dans la Nouvelle-Orléans, etc., a écrit récemment un ouvrage, en anglais, sur la fabrication et le raffinage du sucre, dont il s'est beaucoup occupé (1), a importé en France un système de générateur pour lequel il a pris un brevet de 15 ans, le 24 janvier 1847, qui n'a pas été continué. Voici les conditions qu'il s'est proposé de remplir :

1° Économie du combustible, en adoptant une forme de générateur qui, ne renfermant qu'un minimum d'eau, présente cependant un maximum de surface à l'action de l'air chaud partant du foyer;

2° Économie dans la construction de l'appareil, afin de ne pas le rendre d'un prix élevé, quoique confectionné de manière à présenter une grande sécurité;

3° Un accès facile dans l'intérieur des chaudières pour, en les nettoyant fréquemment, prévenir les incrustations du dépôt des eaux sales;

4° Enfin, que des générateurs, quoique d'une grande puissance, ne dépassent pas les dimensions moyennes, afin de pouvoir être reçus dans l'entrepont des navires, sans qu'on soit obligé de les fractionner.

A ce sujet M. Léon est entré dans les réflexions suivantes :

Les générateurs de vapeur à haute pression en usage aux États-Unis et en Angleterre se composent, le plus communément, d'une chaudière cylindrique qui reçoit à l'intérieur un ou plusieurs bouilleurs (voir 9e livraison du IIIe vol.), dans lesquels circule la fumée provenant du foyer placé immédiatement au-dessous de cette même chaudière.

Trois inconvénients résultent de cet arrangement :

1° L'emplacement qu'exigent ces bouilleurs intérieurs diminue l'espace réservé pour la chambre de vapeur et le réservoir d'eau. La ligne de flottaison n'étant à son maximum que de quelques centimètres au-dessus des bouilleurs, il arrive souvent que ces tubulures sont à sec, ce qui amène des explosions.

2° La place qu'occupent les bouilleurs rend difficile l'accès dans l'intérieur de la chaudière, et les nettoyages deviennent presque impossibles. Il en résulte que le fond de ces chaudières se brûle fréquemment.

3° Enfin ces bouilleurs servant de carneaux de fumée ne sont point assez spacieux pour procurer un bon tirage, surtout lorsque l'on se sert de végétaux pour

(1) Cet ouvrage, pour lequel l'auteur a reçu le prix proposé sur cette fabrication en Angleterre, est intitulé : *The art of manufacturing and refining sugar, including the manufacture and revivification of animal charcoal.*

combustible, tels que le bois, la bagasse des sucreries coloniales, dont la grande flamme exige de vastes carneaux.

En France on a adopté généralement, depuis longtemps, des générateurs d'origine anglaise analogues à la chaudière d'Arthur Woolf dont la patente date de 1803.

Dans ces appareils, au lieu de mettre les bouilleurs dans l'intérieur de la chaudière, on les place en dehors et immédiatement au-dessous; des tubulures les mettent en communication avec le corps même du générateur, lequel n'est rempli qu'à moitié, tandis que tout le reste est plein d'eau.

Le foyer placé sous les bouilleurs commence par chauffer l'eau qu'ils renferment, par la flamme et l'air brûlé qui vont lécher le fond de la chaudière. De sorte que pour engendrer la vapeur qui se forme à la surface de la ligne d'eau de la chaudière, il faut mettre à la fois en ébullition et cette eau et toute celle renfermée dans les bouilleurs. Or cette masse d'eau, tenue constamment à un degré élevé de température uniforme, consomme à son tour beaucoup de combustible.

La chaudière, de forme cylindrique, sans être accompagnée de bouilleurs à l'intérieur ni de bouilleurs à l'extérieur, est sans contredit la plus simple, la plus solide et en même temps la plus facile à nettoyer parmi les chaudières à haute pression; mais, à moins de lui donner de grandes dimensions, elle offre peu de surface de chauffe et par conséquent n'économise pas le combustible.

On a essayé d'augmenter sa surface chauffante en construisant des chaudières cylindriques de 12 à 15 mètres de longueur; mais on s'aperçut bientôt qu'en augmentant la longueur de la chaudière, on augmentait dans la même proportion le volume d'eau à chauffer, ce qui rendait nul l'avantage qu'on se proposait d'obtenir.

Enfin, toujours dans le but d'augmenter les surfaces de chauffe, on imagina de composer un générateur formé de deux chaudières cylindriques de 9 mètres chacune, placées sur une seule ligne parallèle aux axes de ces chaudières. La chaudière antérieure, remplie à moitié, était le générateur proprement dit. La chaudière postérieure, entièrement pleine d'eau, servait de réservoir d'eau chaude au générateur, et communiquait avec lui au moyen d'un tuyau plongeur à col de cygne, lequel transmettait l'eau refoulée dans le réservoir par la pompe alimentaire. La flamme du foyer placée sous le générateur, après l'avoir à moitié enveloppé, passait sous le réservoir, lequel plongeait presque entièrement dans l'air chaud.

On n'était tenu ici qu'à maintenir la température élevée de l'eau du générateur seulement; celle du réservoir pouvait être de 50 degrés au-dessous et même davantage. Mais on retombait dans le même inconvénient que pour la chaudière précédente; d'un trop grand réservoir d'eau, et d'un vaste emplacement envahi par le fourneau, lequel avait une longueur d'une vingtaine de mètres.

La légende qui suit peut suffire à faire connaître la disposition du générateur de M. Léon, suivant les principes énoncés plus haut.

La fig. 3ᵉ est une section longitudinale par l'axe de la chaudière, et la fig. 4 est une coupe transversale faite suivant les lignes 3-4.

A. Chaudière cylindrique supérieure, contenant la chambre de vapeur et l'eau nécessaire à la formation de celle-ci.

B, C. Chaudière inférieure, composée de deux cylindres concentriques dont l'espace annulaire rempli d'eau sert à alimenter la chaudière supérieure par le moyen des tubulures *b b'* s'emboîtant dans les tubulures *a a'*.

c. Tirants qui relient les tubulures et par suite les chaudières.

d. Robinet communiquant à la fois avec la pompe alimentaire et le tuyau plongeur *e*.

e'. Deux arcs en fonte de fer servant de support à la chaudière.

f. Prise de vapeur, munie d'une soupape à vis.

g. Flotteur à sifflet et à contre-poids ordinaire.
h. Trou d'homme.
i. Système de valve ou de robinet pour mettre la chaudière en eau.
j. Soupape de sûreté.
k. Tuyau et robinet d'épreuve du niveau maximum de l'eau.
k'. Tube recourbé, également muni d'un robinet pour le niveau minimum de l'eau.
l. Tuyau et robinet de vidange de la chaudière inférieure.
m. Entrée du foyer.
n. Grille composée de deux séries de barreaux inclinés.
p. Plaque mobile dont le déplacement permet de s'introduire dans le canal intérieur C de la chaudière inférieure B pour en retirer la suie.
q. Autel formant escalier.
r. Registre pour régler le tirage.
s. Briques réfractaires enveloppant les tubulures *a a'*.
t. Carneau supérieur qui permet à la flamme et à l'air chaud de lécher toute la surface inférieure de la chaudière A.
u. Languette de 11 centimètres d'épaisseur en briques, servant de support à la chaudière B.

Il est aisé de voir, par le dessin, que la flamme, en s'éloignant de la grille, parcourt tout l'espace compris entre les deux chaudières A et B, en chauffant la moitié de toute la surface de la première et une partie de celle de la seconde, fait son entrée dans le cylindre intérieur C, et sort à son autre extrémité. Les gaz et l'air chaud se divisent alors en deux parties, qui, en passant par les carneaux *v* et *v'*, lèchent encore les côtés extérieurs de la chaudière B, avant de se réunir en *r* pour se rendre dans la cheminée.

A l'exception de quelques parties ou cloisons qui, n'ayant que 11 centimètres d'épaisseur, forment ensemble une largeur de 33 centimètres, la chaudière ou réservoir B se trouve intérieurement et extérieurement baignée dans l'air chaud.

En donnant à ce générateur les dimensions suivantes :

Diamètre du corps principal ou de la chaudière supérieure A = 1m15
Longueur totale. . . . . = 7m50
Diamètre du corps de la chaudière inférieure B. . . . . . . = 1m25
Longueur de la dite . . . . = 4m10
Diamètre du bouilleur . . . . = 0m75
Longueur du dit . . . . = 4m10

On trouve que la surface de chauffe est de :

Surface de chauffe directe . . . . = 13m.q.55
Id. en retour. . . . . = 9m. 66

Surface de chauffe totale. . . . . = 23m.q.21

Volume d'eau dans la chaudière. . . . . = 3696litres.
Id. dans le bouilleur . . . . = 3630

Volume total. . . . . = 7326litres.

Volume de vapeur . . . . = 3696litres.

CHAUDIÈRES A DEUX RANGÉES DE BOUILLEURS SUPERPOSÉS,

Par MM. Legavrian et Farinaux, constructeurs à Lille.

(Fig. 5 et 6, pl. 35.)

Ce système se distingue de ceux déjà connus par la disposition de deux cylindres ou deux corps de chaudières superposés, communiquant entre eux par deux fortes tubulures et précédés de deux rangées de bouilleurs placés horizontalement.

Les fig. 5 et 6, qui représentent une section verticale faite suivant la ligne 7-8 et une section horizontale à la hauteur de la ligne 5-6, peuvent donner une idée de ce système de chaudière.

Au-dessus de la grille A, qui, contrairement à ce qui existe le plus souvent, est beaucoup plus large que longue, sont les deux séries de gros tubes ou bouilleurs horizontaux B, dont le nombre varie nécessairement suivant l'importance ou la force du générateur, et par conséquent, selon la quantité de vapeur que l'on est obligé de produire.

Ces tubes sont reliés en avant par une sorte de châssis en fonte à jour *a*; ceux de la rangée inférieure sont soutenus par les petits supports *b*, et ceux de la rangée supérieure sont reliés à des sommiers en fonte *c*, qui supportent la voûte légère en briques C. Tous ces tubes se réunissent d'ailleurs par leurs extrémités au corps de la chaudière D, qui, comme eux, est entièrement pleine d'eau. Le second corps de chaudière E, placé directement au-dessus de la première, sert particulièrement de réservoir de vapeur.

Il est aisé de voir que la flamme et les gaz brûlés qui se dégagent du combustible jeté sur la grille, entourent la surface extérieure de tous ces bouilleurs à la fois en parcourant toute leur longueur, puis ils circulent tout autour de la chaudière D et sous une grande partie de celle supérieure E, et reviennent enfin dans le canal F, qui les conduit à la cheminée. On obtient par ce moyen une grande surface de chauffe directe, et par conséquent on utililise aussi bien que possible toute la chaleur du combustible.

Dans d'autres cas, MM. Legavrian et Farinaux disposent un seul corps de chaudière rempli d'eau jusqu'à moitié, et qu'ils surmontent d'une sorte de cloche pour augmenter la capacité de vapeur, comme aussi ils ajoutent un tube réchauffeur dans lequel arrive l'eau d'alimentation avant de passer aux bouilleurs. Telle est la disposition du générateur que ces constructeurs avaient établi chez eux, lors des expériences qui ont été faites par la commission de la Société d'encouragement qui, comme on le sait, leur a accordé la moitié du prix de dix mille francs proposé pour le concours relatif aux machines à vapeur.

Voici les dimensions principales de ce générateur :

Longueur de la chaudière = 3 mètres.

Diamètre de ladite.	= $1^m 28$
Longueur des 4 bouilleurs inférieurs.	= $4^m 20$
Longueur des 4 d° supérieurs	= $3^m 25$
Diamètre commun de chaque bouilleur	= $0^m 40$
Surface de chauffe totale de la chaudière et des bouilleurs	= $44^m 40$
Volume occupé par l'eau	=5670 litres.
Volume occupé par la vapeur.	=2000 d°
Surface de la grille	=$0^{m.q.}90$
Section de la cheminée	=$0^{m.q.}70$
Hauteur de la dite	=25 mètres.

La houille consommée pendant les expériences était d'origine anglaise, de bonne qualité et en grands morceaux.

Les essais ont été faits à deux époques différentes.

Dans le premier, la houille consommée par force de cheval et par heure a été de. . . . . $1^k 320$

Et la quantité d'eau évaporée par kil. de houille a été de. . . $8^k 06$

La force obtenue était de 32 chevaux.

Dans le deuxième essai, qui a duré 10 heures 5 minutes, la consommation de houille, par cheval et par heure, n'a été que de. . . . . $1^k 261$

Et la force obtenue de 39 chevaux 33.

CHAUDIÈRE ANNULAIRE VERTICALE ET A TUBES,

DITE CHAUDIÈRE A CIRCULATION,

Par M. Beslay, à Paris. (Fig. 7 et 8, pl. 35.)

Ce système de chaudière, proposé par M. Beslay (1) il y a plusieurs années pour la marine, est l'un de ceux qui présentent le plus de surface de chauffe sous le moindre volume, et qui, par suite, a été adopté dans bien des circonstances, après avoir reçu l'approbation d'ingénieurs recommandables.

La fig. 7 en est une section verticale faite par l'axe suivant la ligne 9-10, et la fig. 8 en est une section horizontale à la hauteur de la ligne 11-12.

On voit, par ces figures, que la chaudière se compose de deux cylindres en tôle, A et B, concentriques l'un à l'autre, et placés verticalement sur une sorte de socle en fonte C, qui les élève à quelques décimètres au-dessus du sol, pour servir de cendrier. La capacité comprise entre ces deux cylindres est entièrement pleine d'eau. La grille D, placée à la partie inférieure, un peu au-dessus du socle, occupe la base entière du cylindre

(1) M. Beslay qui s'était fait breveter pour dix ans, à la date du 10 août 1839, pour son premier système de chaudière à bouilleurs verticaux, qui fonctionne aux ateliers du chemin de fer d'Orléans, a pris un nouveau brevet de quinze ans le 4 décembre 1844, pour ce système de chaudière annulaire.

intérieur B ; on y jette le combustible par la porte d'entrée à double paroi E. La base supérieure des deux cylindres est formée par la cloison horizontale F, qui est également en tôle et reliée au moyen de cornières. A cette cloison sont suspendus verticalement les deux gros tubes concentriques G et H, dont l'espace est aussi plein d'eau et en communication avec la capacité existante entre les deux chaudières au moyen de tubes horizontaux et du tube recourbé I'.

Le cylindre extérieur A se prolonge au-dessus de la cloison horizontale E, et se trouve fermé par une seconde cloison parallèle J, sur laquelle se pose la cheminée d'appel K. La base de celle-ci présente la forme d'un tronc de cône qui s'élargit pour recevoir la fumée et tous les gaz brûlés qui se dégagent en même temps du conduit central H et de chacun des tubes verticaux L.

Il est facile de concevoir que, lorsque le charbon jeté sur la grille est en combustion, la flamme et l'air chaud remplissant entièrement l'espace compris entre les cylindres B et G, et l'intérieur du conduit central H, lèchent toute leur surface et celle des tubulures I, I', et s'échappent à la partie supérieure, en vaporisant l'eau contenue dans les capacités annulaires, et qui s'y renouvelle sans cesse; obligés de passer par les conduits L pour aller à la cheminée, ils vaporisent également l'eau contenue dans la chaudière A, au-dessus de la cloison F, et chauffent en même temps la vapeur à mesure qu'elle se forme et qu'elle arrive dans la capacité libre. Pour mettre cette capacité chauffée en communication avec celle inférieure, le constructeur a disposé une suite de tubes en cuivre *a* et *b*, dont les uns, partant du fond horizontal F, descendent à 50 centimètres au-dessous, et les autres désaffleurant sous la plaque de quelques centimètres seulement, s'élèvent au-dessus du niveau supérieur de l'eau, afin de former une circulation continue en permettant à la vapeur de monter dans le réservoir supérieur, et à l'eau d'alimentation de descendre vers le bas. Cette eau arrive à la chaudière par le tuyau *c*, qui est muni d'un robinet *d;* la vapeur est prise vers le sommet de la cloche M, qui surmonte la cloison J, par le tube *e*, qui est également muni d'un robinet *f*.

Tout le corps de la chaudière est enveloppé d'une chemise en bois N cerclée sur plusieurs points, et laissant entre elle et le cylindre A un petit espace annulaire que l'on peut remplir de sable ou de matière non conductrice de la chaleur. La base de la cheminée elle-même est aussi entourée d'une enveloppe en tôle O pour servir au même but.

Des ouvertures circulaires, fermées par des plaques de tôle *g* (fig. 8), sont pratiquées en regard des tubulures I, pour permettre de les visiter ou de les remplacer au besoin.

Ce système de générateur, que l'auteur appelle avec raison chaudière à circulation, présente, comme on le voit, une grande surface de chauffe directe; aussi elle est capable de produire, avec les dimensions indiquées, près de 550 kilogr. de vapeur par heure.

Les expériences auxquelles nous avons assisté ont démontré, qu'en moins d'une demi-heure, la chaudière étant entièrement froide, on pouvait se mettre en vapeur à trois ou quatre atmosphères. Cela peut se concevoir aisément, si l'on remarque que le volume d'eau contenu dans le générateur est très-faible, comparativement à la surface de chauffe et par suite le réservoir de vapeur est lui-même très-restreint. Or, une telle disposition peut être très-avantageuse dans différents cas, mais dans d'autres cependant, présenter quelque inconvénient. Ainsi, lorsqu'une machine à vapeur est susceptible de varier accidentellement de puissance, par les variations même de la résistance des appareils à mouvoir, la chaudière ne contenant que peu de vapeur en réserve, est forcée d'être constamment alimentée, il devient difficile de la maintenir au degré voulu ; il faut nécessairement un chauffeur intelligent qui apporte la plus grande attention au chauffage, pour suffire à la dépense du moteur, lorsque la force doit augmenter, et ne pas pousser le feu quand la puissance doit sensiblement diminuer. Du reste, en adoptant des dimensions supérieures à celles habituelles pour une force nominale déterminée, comme, par exemple, celle correspondant à deux mètres carrés de surface de chauffe par cheval, au lieu d'un mètre, on peut être certain de se trouver dans de bonnes conditions, sans obliger le chauffeur à être constamment au feu.

En donnant à l'extérieur de la chaudière un diamètre de $1^{m}\,40$, y compris l'enveloppe en bois, et une hauteur de $2^{m}\,50$ sans la cheminée, on a pour le volume total

$$(1{,}40)^2\,0{,}7854 = 1{,}539 \times 2{,}50 = 3^{m.c.}\,848$$

le diamètre du corps cylindrique A étant de $1^{m}\,22$, et la hauteur comprise entre la base supérieure du socle C et le fond F de $1^{m}\,47$, de même le diamètre du corps cylindrique B étant de $1^{m}\,04$, et la hauteur également de $1^{m}\,47$, enfin, le diamètre du cylindre G étant de $0^{m}\,45$, celui de la tubulure centrale H de 0,24, et leur hauteur commune de 1^{m}, les tubulures I ayant de diamètre 0,130, et de longueur $0^{m}\,280$, et les tubes verticaux L, au nombre de 12, ayant aussi de diamètre 0,130, et de hauteur, 0,600, mais seulement 0,20 à partir du fond F jusqu'au niveau ordinaire de l'eau.

On trouve, d'après ces dimensions, que la surface de chauffe pour la production de la vapeur

est égale à $= 12^{m.q.}\,0$,

que le volume pour l'eau

est de 800 lit.,

et que la capacité pour la vapeur

est de 462 lit.

Ainsi, dans un espace très-restreint, cette chaudière présente une grande surface de chauffe; elle a en outre l'avantage de n'exiger aucune construction de fourneau, de se placer partout où on le juge convenable, sans difficulté.

Les appareils de sûreté, l'indicateur de niveau, le manomètre, le flotteur à sifflet et les robinets de jauge s'appliquent vers la partie supérieure, mais sur le devant du côté de la porte, afin d'être à la vue.

On doit aussi à M. Frimot, ingénieur des ponts et chaussées, des combinaisons heureuses appliquées aux appareils à vapeur; nous devons particulièrement noter son système de chaudière verticale, qui fait partie du brevet de quinze ans qui lui a été délivré le 8 novembre 1840.

CHAUDIÈRE A VAPEUR PORTANT SA MACHINE,

Par M. Rouffet, Mécanicien à Paris. (Fig. 9 et 10, pl. 35.)

M. Rouffet est un mécanicien fort intelligent, qui s'est beaucoup occupé de l'exécution pratique des découvertes faites par divers inventeurs, en les aidant au besoin de ses conseils et de son expérience. Il est un des premiers qui ait compris l'utilité d'établir des petites machines à vapeur susceptibles de se transporter toutes montées et de se placer dans toutes les localités, fût-ce même à des étages supérieurs. La machine portative de 3 chevaux qu'il avait envoyée à l'Exposition de 1849, a été sous ce rapport examinée avec beaucoup d'intérêt, et lui a procuré l'occasion d'en vendre plusieurs, sur des forces de 2, 3 à 4 chevaux.

On voit par les fig. 9 et 10, qui représentent, l'une la coupe verticale faite par l'axe de la chaudière et du cylindre, l'autre une section transversale suivant la ligne 13-14, que cet appareil se compose d'un corps cylindrique et vertical en tôle A, qui renferme le foyer B et qui à sa partie inférieure porte la grille C, sur laquelle on jette le combustible par la porte D. A la partie supérieure du foyer s'adaptent trois gros tuyaux E, qui reçoivent la flamme et les gaz brûlés, et les conduisent dans les tuyaux F, lesquels se bifurquent au-dessous en G, pour sortir dans la boîte à fumée H, qui est surmontée de la cheminée d'appel I.

Ainsi, par cette disposition, l'air chaud et la fumée sont obligés de faire plusieurs parcours avant de se rendre au dehors, et comme ils sont entièrement renfermés dans le corps cylindrique et horizontal J, qui s'assemble avec le cylindre vertical A, ils échauffent toute la masse d'eau qui les entoure, comme le foyer lui-même, qui est aussi enveloppé d'eau.

Une telle disposition présente, comme on le voit, de l'analogie avec celle adoptée pour les chaudières de locomotives; mais, pour pouvoir brûler de la houille au lieu de coke, il est nécessaire d'adopter des tubes qui aient au moins 8 à 9 centim. de diamètre, afin de ne pas s'engorger trop rapidement. Le constructeur a eu le soin, du reste, de ménager à la boîte à fumée une ouverture fermée par une porte en tôle, qu'il suffit d'ouvrir chaque fois que l'on veut nettoyer l'intérieur des tubes.

Cette chaudière, qui ne s'applique d'ailleurs que dans des dimensions

restreintes, se pose et se fixe sur deux chevalets en fonte K, que l'on assujétit simplement sur deux madriers ou deux pierres de taille; par conséquent, le montage en est très-simple et très-économique. Au sommet du corps cylindrique A est rapporté un dôme en cuivre ou en tôle L, dans lequel se loge l'extrémité *a* du tuyau de vapeur M, qui descend dans la partie horizontale J, et se relève dans la boîte à fumée pour communiquer avec la boîte de distribution N, et de là passer dans le cylindre O pour agir tantôt à droite et tantôt à gauche, sur le piston P, suivant que le tiroir R ouvre l'une ou l'autre des deux lumières d'introduction *b*, *c*. Une portion du tuyau M sort en dehors de la boîte à fumée, afin de mettre à la disposition de l'ouvrier qui conduit la machine un robinet qu'il peut ouvrir ou fermer à sa volonté. Entre cette partie et la boîte de distribution N se trouve la soupape ou la valve d'admission *d*, dont l'axe est mis en communication avec la bague mobile du modérateur à boules S, au moyen du levier à fourche *e*.

La tige du piston P se relie à la bielle en fer T par la traverse *f* dont les extrémités portent des coussinets qui marchent dans les glissières *g* qui leur servent de guides. La bielle T s'assemble par articulation à l'arbre coudé U, en fer forgé supporté par les châssis en fonte V qui se boulonnent sur le générateur, et qui relient la partie supérieure de la boîte à fumée avec celle du corps cylindrique A de la chaudière.

Sur cet arbre est un excentrique à bosse *i* marchant dans une cage reliée à la tringle *h*, dont l'autre extrémité s'attache au levier *j*, pour faire marcher le tiroir de distribution R, en admettant seulement la vapeur dans le cylindre pendant un tiers ou un quart de la course. Un autre excentrique *k* est aussi rapporté sur le même arbre coudé U à l'extrémité opposée du volant X pour donner le mouvement à la pompe alimentaire Y qui est appliquée sur le côté de la chaudière et boulonnée par la base sur une oreille en fonte *l*. Cette pompe aspire l'eau d'un réservoir par le tuyau *m*, et l'envoie s'échauffer dans un serpentin *n* qui est logé dans le gros tube en cuivre Z, lequel reçoit à l'intérieur la vapeur venant du cylindre après son action, et à l'extérieur la fumée qui s'échappe dans la cheminée.

On voit ainsi que tout le système moteur est réduit à un faible volume et devient tout à fait solidaire avec le générateur. Une telle disposition est applicable à une foule de petites industries qui n'ont pas beaucoup d'emplacement et qui n'exigent pas une grande force motrice.

Pour ces appareils dans les forces de 2 à 3 chevaux, M. Rouffet donne les dimensions principales suivantes:

Diamètre du foyer B..................................	0m380
Hauteur dudit..	0m500
Diamètre du corps vertical A............................	0m480
Hauteur du fond de la chaudière au niveau de l'eau..........	0m380
Hauteur à partir du niveau jusqu'au sommet du corps A......	0m400

Diamètre du corps horizontal J..........................	$0^{m}480$
Longueur dudit..	$1^{m}100$
Diamètre de chacun des tuyaux E, F, G...................	$0^{m}75$
Longueur moyenne de ces tuyaux..........................	1,000
Il résulte de ces dimensions que la surface de chauffe directe par le foyer est égale à..........................	$0^{m.q.}70$
Que la surface des tubes est de.........................	$2^{m.q.}16$
Et que par conséquent, la surface totale................	$2^{m.q.}86$

ce qui correspond à peu près à $1^{m.q.}43$ par force de cheval.

Le volume total extérieur occupé par les deux corps de la chaudière est égal à..........................	$0^{m.c.}400$
L'espace occupé par l'eau...............................	$100^{lit.}$
Et enfin le volume occupé par la vapeur est de..........	$200^{lit.}$

Le diamètre du cylindre O étant égal à $135^{mil.}$ et la course du piston P égale à $260^{mil.}$, on trouve qu'en faisant faire à la machine 70 révolutions par minute, et en admettant la vapeur à la pression de 4 atmosphères pendant le tiers de la course, que la force brute est égale à 2 chevaux, et sans détente à $3^{ch.}3$, et qu'à 5 atmosphères, la puissance est dans le premier cas, $2^{ch.}7$ et dans le second $4^{ch.}4$.

CHAUDIÈRE A FOYER INTÉRIEUR ET A TUBES,

Par M. BOURDON, Ingénieur-Mécanicien à Paris. (Fig. 11 et 12, pl. 35.)

Le 30 décembre 1848, M. Bourdon s'est fait breveter pour divers perfectionnements apportés par lui dans les appareils à vapeur. Parmi ces perfectionnemens, nous avons remarqué la construction particulière du générateur qu'il a imaginé et que nous avons eu l'occasion de voir fonctionner plusieurs fois dans ses ateliers, où il en a fait l'application.

En constatant, d'une part, le peu de combustible brûlé, et en examinant de l'autre la nature de ce combustible qui généralement n'est autre que du coke provenant des usines à gaz et par conséquent de qualité très-inférieure, nous avons pu nous convaincre que ce système de générateur est très-avantageux dans la pratique, et qu'il est appelé à se répandre par les bons résultats qu'il est susceptible de donner.

On voit par la fig. 11 qui représente une coupe verticale faite par l'axe, et la fig. 12, qui en est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 15-16, que ce système se compose d'abord d'un corps cylindrique horizontal A contenant une partie de l'eau et de la vapeur, et en outre le bouilleur B disposé avec sa grille C, comme les chaudières à foyer intérieur. Le corps cylindrique A est surmonté vers son extrémité de la cloche élevée D qui sert de réservoir et de prise de vapeur, puis d'une espèce de seconde chaudière verticale E, qui n'est autre que le prolongement du foyer B.

Cette partie verticale se termine par une calotte sphérique F, d'un diamètre plus grand afin de permettre d'y adapter une suite de tubes G, disposés circulairement comme on le voit sur le plan, fig. 12. Ces tubes descendent jusqu'à l'embase H, laquelle porte le réservoir D, en lui permettant toutefois les effets de dilatation ou de contraction sans nuire à l'assemblage. Ce réservoir, et par suite, tout ce qu'il renferme, est complétement caché par l'enveloppe extérieure J qui repose sur le massif en maçonnerie, dont la chaudière A est entourée, et qui porte la cheminée en tôle K.

Il résulte de ce mode de construction, que la flamme et la fumée qui se dégagent de la grille lorsque la combustion a lieu, se rendent d'abord dans la capacité verticale E après avoir parcouru toute la longueur du bouilleur B, puis dans tous les tubes G, afin de remonter ensuite dans l'enveloppe J d'où elles se projettent définitivement dans la cheminée K.

Or, pendant ce trajet, la masse d'eau contenue dans le corps cylindrique A de la chaudière, et qui entoure le bouilleur de toutes parts, est nécessairement élevée à une haute température, et engendre par suite avec rapidité une grande quantité de vapeur.

De même, toute l'eau renfermée dans le réservoir vertical D, en contact d'un côté, avec ses parois intérieures, et de l'autre avec celles extérieures de la capacité E, et enveloppant en outre tous les tubes, reçoit aussi la plus grande partie du calorique transmis par la flamme et les gaz brûlés, et produit également une quantité considérable de vapeur.

Nous devons faire remarquer ici qu'on n'a pas établi de communication directe entre la chaudière A et le réservoir D, par conséquent le niveau d'eau maintenu dans ce dernier, et qui est beaucoup plus élevé, n'est pas le même que celui de la première. On a seulement ajouté sur le côté latéral un tube vertical L qui ramène dans le corps de la chaudière l'excédant de l'eau du réservoir, lorsque le niveau dépasse l'embouchure du tube, ce que l'on peut toujours reconnaître à l'aide d'un appareil de niveau muni de ses robinets.

On alimente par un tuyau, plongeant vers la partie inférieure du réservoir D et venant de la pompe foulante de la machine; la communication s'établit entre ce réservoir et le corps de chaudière A au moyen du tuyau recourbé L. Un autre tuyau L′ met également en communication les deux parties supérieures de la chaudière A et de celle D, lesquelles parties sont réservées pour la vapeur. De cette sorte il se forme une circulation continue; car l'eau la plus froide, se trouvant d'abord échauffée dans la capacité qui reçoit le moins de chaleur, tend constamment à descendre, tandis que la plus chaude, celle qui reçoit la plus haute température, s'élève sans cesse.

Depuis bien longtemps déjà M. Bourdon avait cherché à établir, dans la construction de ses chaudières, une circulation continue. Plusieurs ingénieurs, comprenant aussi l'avantage de cette circulation, s'en sont également occupés et sont arrivés à des dispositions plus ou moins heureuses.

La vapeur engendrée, soit dans le corps horizontal de la chaudière, soit dans le corps vertical, se rend à la fois dans la même cloche M par des tuyaux qui sont adaptés aux parties les plus élevées, afin d'éviter autant que possible que la vapeur n'entraîne de l'eau avec elle, et d'ailleurs, lors même qu'il y en aurait quelques molécules, elles retomberaient à la base de la cloche, tandis que la prise de vapeur se fait à son sommet sur la tubulure O.

Ce générateur est muni, comme ceux ordinaires, d'un trou d'homme *a*, pour visiter et nettoyer l'intérieur, d'un regard *b*, pour la vidange totale, d'appareils de sûreté *c*, de flotteur *d* et de sifflet d'alarme *e*, avec indicateur de niveau à aiguille *f*. On a vu, dans le IV[e] volume, qu'à ce sujet M. Bourdon a réuni dans un seul et même instrument P le flotteur proprement dit, sa tige et son contre-poids, avec la soupape et son sifflet, en évitant l'emploi du stuffing-box, qui est toujours vicieux dans ces sortes d'appareils; par cette disposition, l'instrument est plus précis, non susceptible de se déranger, n'exigeant par suite aucun entretien et n'occasionnant pas de fuites. Le flotteur *d* peut être en deux parties, suspendu à une branche recourbée, afin de se placer dans la chaudière sans être gêné par le bouilleur.

Toute la chaudière est simplement assise sur une couche de briques de peu d'épaisseur et qui s'élève jusqu'à la base de l'enveloppe J qui porte la cheminée; de cette sorte, le montage en est très-facile et très-prompt, et le nettoyage peut aussi se faire aisément.

Cette chaudière a été construite par M. Lemaître, sur les plans de M. Bourdon; elle alimente une machine à vapeur à cylindre horizontal, d'une disposition particulière, sur laquelle nous nous proposons de revenir. Cette machine est à détente variable et à condensation; elle a été faite pour marcher à des puissances extrêmement variables, depuis 3 à 4 chevaux par exemple, jusqu'à 12 et 15 chevaux et plus. Voici les dimensions principales données par M. Bourdon à son générateur.

Diamètre du corps cylindrique A........................	0m800
Longueur du dit..	3m440
Diamètre du bouilleur B................................	0m570
Longueur du dit, y compris son retour vertical E..........	4m320
Diamètre du dôme F.....................................	0m800
Hauteur du dit au milieu................................	0m320
Diamètre des 24 tubes G................................	0m070
Longueur de chacun de ces tubes.........................	0m800
Diamètre du réservoir ou cylindre vertical D.............	0m950
Hauteur totale du dit...................................	1m600
Diamètre de la cloche M................................	0m420
Hauteur de la dite......................................	1m200
Longueur de la grille...................................	0m820
Largeur de la dite......................................	0m640

Il résulte de ces dimensions que :

La surface de chauffe directe comprenant le bouilleur B, son prolongement vertical E et le dôme F, est égale à............ 8m.q.000

La surface des tubes est de............................ 4m.q.200

Celle de l'enveloppe J est égale à....................... 4m.q.750

Par suite, la surface totale est de...................... 16m.q.950

On sait que, dans cette surface de chauffe, on ne doit comprendre celle des tubes et de l'enveloppe que pour un tiers de la surface directe;

Par conséquent, la surface réduite=10m.q.95, soit près de.... 11m.q.000

Il résulte aussi :

Que le volume total occupé par le générateur, à partir du sol jusqu'à la cheminée, est de................................. 6m.c.900

Que le volume occupé par l'eau dans les deux corps cylindriques est égal à....................................... 1m.c.600

Et qu'enfin celui occupé par la vapeur, y compris la capacité de la cloche M, est égal à................................ 320lit.

Une telle chaudière, établie dans ces conditions, est capable de produire au moins 8 kilogrammes de vapeur par kilogramme de charbon de bonne qualité.

CHAUDIÈRE A FOYER INTÉRIEUR DU SYSTÈME DE CORNOUAILLES.

(Fig. 13 et 14, pl. 36.)

On fait beaucoup usage en Angleterre de chaudières cylindriques à foyers intérieurs, dont les applications se sont répandues dans d'autres contrées. Ce système a en effet été jugé très-favorable à la production de la vapeur. Les expériences faites par plusieurs ingénieurs anglais, et particulièrement par M. Wicksteed, prouvent que ces sortes de chaudières sont capables de vaporiser 7 à 8 kilogr. d'eau et plus par kilogramme de houille.

Tels sont les générateurs représentés en coupe transversale et en coupe longitudinale sur les fig. 13 et 14 de la pl. 36.

Ces chaudières alimentent la belle machine à vapeur montée vers le côté Est de Londres pour faire marcher la puissante pompe qui élève l'eau nécessaire à l'entretien de cette partie de la ville.

On voit que chaque générateur se compose d'un corps cylindrique extérieur A qui sert à la fois de réservoir d'eau et de vapeur, et qui contient en outre le gros tube intérieur B (ou le tube à feu : *fire tube*) à la tête duquel se trouve le foyer C, et qui renferme lui-même un bouilleur D rempli d'eau, laquelle est en communication avec celle de la chaudière par la tubulure E. Ce bouilleur se prolonge au delà du tube intérieur et même

en dehors du fourneau, de quelques décimètres, afin de pouvoir être nettoyé facilement et de porter en outre un syphon par lequel il s'établit une circulation entre lui et la chaudière, et un tuyau de décharge, à l'aide duquel on peut le vider partiellement pour le nettoyer et enlever les matières étrangères en dissolution.

Tout le système est entouré d'un massif en maçonnerie de briques dans lequel sont ménagés des carneaux qui communiquent entre eux et avec la cheminée d'appel.

Ainsi, la flamme et les gaz qui s'échappent du foyer, quand l'appareil est en activité, parcourent d'abord toute la longueur du tube intérieur B en entourant la surface extérieure du bouilleur D; parvenus à l'extrémité de ce tube, ils se dégagent à l'extérieur, en se divisant en deux parties pour revenir à la fois sur le devant du fourneau par les carneaux latéraux F, et s'en retourner ensuite à la cheminée d'appel par le canal inférieur G.

Il résulte de cette disposition que la surface de chauffe comprend, d'une part, tout le bouilleur D et le tube B, et de l'autre les trois quarts environ de la chaudière.

L'alimentation a lieu par un tube général qui communique avec la pompe alimentaire de la machine à vapeur et par des branches latérales munies de boîtes à clapets d'où l'eau passe, quand on le juge nécessaire, à l'extrémité de chaque chaudière.

On opère la vidange complète au moyen des tubes recourbés H appliqués à la partie inférieure, mais sur le devant du fourneau, et communiquant, dès que les boîtes à soupapes I sont ouvertes, avec le tuyau commun J.

Les générateurs sont tous munis d'une soupape de sûreté K, de niveau d'eau, et d'indicateur de pression. Ils mettent en communication par le gros tuyau en fonte L, qui réunit chacune des tubulures ou chapelles à soupape M, afin d'amener au cylindre de la machine toute la vapeur produite par les chaudières en marche. Un tuyau de retour N, disposé de même, ramène à celles-ci la vapeur condensée dans l'enveloppe du cylindre.

On prend toujours, dans ces constructions de générateurs, les plus grandes précautions pour éviter les refroidissements; ainsi, on recouvre les fourneaux d'une épaisseur considérable de matière non conductrice; il en résulte que le calorique est tellement concentré, que, lorsqu'on entre dans la chambre des générateurs, nous avons pu nous en convaincre par nous-même, la température n'est pas plus élevée qu'au dehors.

M. Wicksteed a fait un grand nombre d'expériences comparatives entre ce genre de chaudières et le système dit à tombeau ou à chariot de Watt, renfermant aussi un tube intérieur.

Elles démontrent les différences qui existent entre une combustion et par suite une évaporation *rapide* et une combustion avec une évaporation *lente*.

Voici les dimensions principales des chaudières expérimentées en usage à Oldford.

Numéros des générateurs.	CHAUDIÈRE. Longueur.	Diamètre.	TUBE A FEU. Diamètre.	Longueur.	Surface de chauffe.	VOLUME. Pour l'eau.	Pour la vapeur.	GRILLE. Surface totale.	Libre pour l'air.	Longueur des carneaux.	Surface de chauffe exposée directement au feu.
	Quatre chaudières cylindriques à bouilleur intérieur de 0m 559 de diamètre.										
	m.	m.	m.	m.	m. q.	m. c.	m. c.	m.q.	m. q.	m.	m. q.
1	8.515	1.972	1.469	7.010	74.4	12.50	4.01	1.705	0.364	25.60	3.07
2	8.484	1.984	1.469	6.973	74.2	13.00	3.70	1.705	0.364	25.50	2.96
3	8.496	1.984	1.475	6.985	74.5	12.52	4.07	1.696	0.363	25.60	2.94
4	8.257	1.976	1.490	6.752	73.2	11.60	3.11	1.819	0.381	24.80	3.07
	Chaudières de Watt dites à tombeau ou en chariot.										
	7.371	1.809	0.915	0.725	54.70	12.90	9.80	3.47	0.347	23.80	3.75

Il résulte des expériences faites sur les chaudières cylindriques, que, lorsque la consommation de charbon (1) était seulement de 0,111 par décimètre carré de grille et par heure, et l'eau évaporée dans le même temps de 664,58 litres, un kilog. de charbon vaporisait 8 kil. 258 d'eau à la température de 27° centigrades (2), et quand la dépense de charbon était de 0k. 245 par décimètre carré, c'est-à-dire un peu plus du double, et l'eau évaporée de 135,78 litres, soit aussi un peu plus du double, 1 kilog. de charbon vaporisait 8 kil. 605 d'eau à la même température, par conséquent l'avantage est de 4 p. 0/0 en faveur de la combustion et de l'évaporation rapides.

On doit observer, dit M. Wicksteed, que 4 p. 0/0 sont une grande proportion, eu égard aux expériences réunies.

La table suivante montre la moyenne des résultats obtenus sur les 4 chaudières cylindriques qui ont fonctionné pendant 504 heures avec la combustion rapide, et 514 heures 1/2 avec la combustion lente.

GENRE de combustion.	CHARBON par heure.	EAU ÉVAPORÉE par heure.	CHARBON consommé par décim. carré de grille et par heure.	LITRES D'EAU évaporée par kil. de charbon à 27° centigr.	PROPORTION.
	kil.	lit.	kil.	kil.	kil.
Rapide.....	155.063	1326.33	0.228	8.524	100.0
Lente......	85.239	718.31	0.127	8.426	98.8

(1) Le charbon employé pour les deux classes de chaudières, était du petit Newcastle, de la meilleure qualité.

(2) La température moyenne de l'eau introduite dans les chaudières était de 27° centigrades. M. Wicksted a adopté ce chiffre parce que la température de l'eau froide dans les appareils n'est généralement pas au-dessus de 38° et au-dessous de 27°.

On reconnaît, par ces expériences, que l'effet utile produit par une combustion et une évaporation rapides, est un peu plus grand que lorsque la combustion et l'évaporation sont lentes.

Maintenant, avec la chaudière à tombeau et à chariot de Boulton et Watt, travaillant seulement pendant le jour et non nuit et jour comme les chaudières cylindriques, ce qui est un désavantage, comme on peut voir ci-après, lorsque la consommation du charbon par décimètre carré de grille et par heure était de 0 kil. 531, ou 4 1/3 fois plus grande que dans le premier cas ci-dessus, et l'eau évaporée de 1544 lit. 20 cent. ou 2 1/3 fois plus grande, 1 kil. de charbon vaporisait (à la température de 27°), 8 kil. 301 d'eau, soit 0,6 pour 100 en faveur de la combustion et de l'évaporation rapides. Si cette chaudière eût travaillé constamment, l'évaporation par kilogramme de houille, à 27°, aurait été de 8 k. 448 d'eau, soit de 0,38 centièmes pour 100 en faveur de la combustion et de l'évaporation rapides.

La surface de chaudière exposée à l'action du feu et de l'air chaud était égale à 54m.q.625 dans le système à tombeau, et à 296m.q.537 dans les 4 chaud. cylindriques. La surface directement exposée au feu était de 3m.q.755 dans le premier, et 12m.q.753 dans les secondes. La surface chauffée par décimètre carré de grille était dans celle-ci de 44 décim. carrés 14 et dans l'autre de 15,78.

La moyenne des résultats, sur les 4 chaudières cylindriques pour la meilleure évaporation, en rapport avec le charbon consommé, a été obtenue quand la quantité d'eau évaporée était de 1326 litres par heure, et la quantité de houille brûlée de 155 kilog. dans le même temps, et non pas quand ces quantités étaient réduites à 663 litres et à 75 kilog., correspondant à la combustion et à l'évaporation lentes.

La table suivante montre les proportions des deux classes de chaudières pour vaporiser 1 pied cube anglais, soit 28,28 litres d'eau par heure à la température de 27°.

SYSTÈME de CHAUDIÈRES.	CHARBON CONSOMMÉ.	Surface chauffée.	Surface de chauffe directe.	Surface de grille.	Vide de grille pour l'air.	Rapport du vide à la surface totale.	Surface chauffée par kilogr. de houille.	Eau contenue.	Surface de chauffe par mètre cube d'eau.	Poids de la chaudière.
	kil.	m. q.	m. q.	m. q.	m. q.		m. q.	lit.	m. q.	kil.
Cylindriques...	Lente.... 3.324	6.324	0.252	0.146	0.0326	1/45	1.95	1052	6.00	1039
A chariots.....	Rapide... 7.39	1.004	0.069	0.063	0.0065	1/97	0.28	238	4.20	136

De ces résultats on peut conclure que l'emploi des grandes chaudières, comme celles du Cornouailles, ne présentent pas d'avantage sur celles à

chariot de Watt, pour les machines à basse pression ; qu'elles ont l'inconvénient d'exiger plus d'emplacement et de coûter beaucoup plus cher.

Ces chaudières, à combustion lente, ne présentent pas plus d'avantage notable sur les chaudières cylindriques ordinaires à combustion rapide, et elles sont bien plus dispendieuses.

Pour compléter les documents relatifs à ces générateurs, nous croyons devoir reproduire la table suivante, qui résume, d'après l'*Artizan*, les principaux résultats empruntés aux diverses séries de tableaux de MM. Parkes, de Pambour et Wicksteed.

La première colonne de cette table indique les résultats moyens des expériences faites sur les chaudières des machines de *Huel Towan* et des *United Mines*, dans le Cornouailles.

La deuxième montre les expériences faites par M. Parkes, à Warwick, sur des chaudières à chariot.

La troisième donne la moyenne de 8 expériences faites sur des chaudières à chariot, aux *moulins d'Albion*, à Clithew, à Preston, et aux établissements de la Cie de *New river Water*, à Londres.

La quatrième contient les résultats des expériences de Smeaton sur sa machine atmosphérique de Long-Benton, dans le Northumberland (1772).

La cinquième renferme la moyenne de 11 expériences faites par M. de Pambour sur les machines locomotives de Liverpool à Manchester (1834),

La sixième est le résumé des expériences faites sur les chaudières du Cornouailles aux établissements hydrauliqnes de Londres (1839).

Et enfin la septième désigne les expériences correspondantes faites sur les chaudières à tombeau de Boulton et Watt, aux mêmes établissements (1839).

ESPÈCES DE CHAUDIÈRES EMPLOYÉES.	Chaudière cylindrique avec carneau intérieur.	Chaudière en chariot.	Chaudière en chariot.	Chaudière circulaire ou en forme de meule, dite Haystack.	Chaudière de locomotive.	Chaudière cylindrique avec carneau intérieur.	Chaudière en chariot avec carneau intérieur.
Surface totale de chauffe en mètres carrés......	89.37	14.12	31.85	42.64	31.09	74.13	54.68
Longueur des conduits de chaleur en mètres. ..	47.24	15.44	22.10	16.09	2.13	25.33	23.77
Aire des grilles de foyer en mètres carrés......	2.20	2.17	2.42	3.36	0.65	1.32	3.46
Poids du combustible brûlé par heure et sur un mètre carre de surface de grille en kil........	116.88	19.52	32.46	99.26	387.13	228.48	64.95
Eau évaporisée par 100 kil. de combustible en mètres cubes..................................	1.053	0.917	0.776	0.781	0.612	0.852	0.780
Eau évaporisée par heure en mètres cubes.....	0.391	0.390	0.974	2.567	1.562	1.271	1.752
Surface de chauffe pour chaque mètre cube d'eau vaporisée par heure en mètres carrés.........	223.45	36.21	32.70	16.61	19.90	58.32	31.18
Surface de chauffe pour chaque mètre carré de surface de grille en mètres carrés............	40.62	6.51	13.16	13.08	47.83	56.15	15.79
Pression de la vapeur au-dessus d'une atmosphère en kil. par centimètre carré...........	2.964	0.176	0.259	0.106	3.510	1.086	»
Espèce de houille employée....................	Galles	Strafford	Lancastre et Newcastle	Newcastle	Coke	Newcastle	Newcastle

On voit, en se reportant à la sixième ligne de ce tableau (en comptant suivant les lignes horizontales des chiffres) que la puissance de vaporisation des chaudières du Cornouailles est à peu près la même que celle des chaudières de Warwick; mais, si l'on en excepte les chaudières des établissements hydrauliques de la ville de Londres, on reconnaîtra une supériorité manifeste des chaudières du Cornouailles sur toutes les autres.

Il ressort de l'examen des lignes cinquième et huitième de la table deux des principales particularités que présentent les proportions des chaudières du Cournouailles. Ainsi on remarque que l'étendue de leur surface exposée à la chaleur, pour chaque mètre cube d'eau vaporisée, est environ sept fois plus considérable que celle des autres. On remarque en outre que la combustion est conduite avec une grande lenteur dans ces machines, puisqu'elles ne consomment pas même 17 kilogrammes de houille par mètre carré de surface de grille, et par heure, comme on le voit à la quatrième ligne. La seule chaudière qui puisse se rapprocher des chaudières du Cournouailles pour la lenteur de la combustion, est celle de Warwick.

M. Parkes est un grand partisan de la combustion lente, et il appuie son opinion principalement sur les effets qui résultent de cette lenteur dans les chaudières de Warwick. C'est du moins d'après les expériences qu'il fit sur ces chaudières qu'il demeura convaincu que ce principe devait être appliqué avec tout le degré d'extension qu'il recevait dans la circonstance actuelle. Nous croyons que, dans ce cas, il n'a pas eu égard à une circonstance : on voit dans le tableau que la surface de chauffe, comparativement à l'eau vaporisée, est, à très-peu de chose près, la même dans ces chaudières que dans les chaudières en chariot. Mais, avant le changement que M. Parkes fit subir aux fourneaux de ces chaudières, la production de la vapeur était beaucoup plus grande, et par conséquent la surface de chauffe était nécessairement très-petite comparativement à la quantité d'eau réduite en vapeur.

Nous sommes donc porté à attribuer l'amélioration dans l'effet utile des combustibles, plutôt à l'accroissement de la surface de chauffe de chaudière, qu'à la diminution dans la rapidité de la combustion. Cependant les autres expériences de M. Parkes nous feraient assez croire que, pour l'économie du combustible, la combustion, dans presque tous les foyers des chaudières en chariot, est un peu trop rapide.

La très-grande proportion de surface de chauffe des chaudières du Cornouailles, par rapport au poids de l'eau vaporisée, est sans aucun doute nécessitée en grande partie par l'épaisseur des plaques que la chaleur est obligée de traverser, ainsi que par la haute température de l'eau que ces chaudières renferment, circonstances qui tendent à retarder la transmission de la chaleur. Nous ajouterons que cette extension considérable de surface de chauffe est, autant que nous avons pu nous en assurer, en grande faveur dans le Cornouailles. Cependant nous sommes intimement convaincu qu'une légère diminution dans l'étendue de cette surface ne produirait aucun effet désavantageux sur les propriétés économiques des chaudières, tout en permettant de réaliser une économie dans la dépense première d'établissement

On voit, d'après ce que nous venons de dire, qu'il ne faut point attribuer une bien forte part des avantages que présentent les machines du Cournouailles à la nature de leurs chaudières. Nous allons chercher à établir rapidement les principales causes de la supériorité de ces machines. On peut les énoncer sommairement ainsi :

1° L'emploi de la vapeur à haute pression et fonctionnant par expansion dans la plus grande partie de la course du piston.

2° Le soin avec lequel sont entourées de substances non conductrices toutes les parties de la machine susceptibles de laisser échapper la chaleur. Le cylindre est ordinairement encaissé dans un revêtement ou chemise à vapeur, et cette chemise elle-même, ainsi que tous les conduits de vapeur, la partie supérieure de la chaudière, etc., sont préservés du contact de l'air froid au moyen d'une couche de 7 à 10 centimètres d'épaisseur formée avec des cendres, de la sciure de bois ou tout autre corps mauvais conducteur du calorique. Toutes ces précautions doivent produire, on le conçoit, une diminution considérable dans la perte de chaleur. Nous n'avons pas eu l'occasion de nous assurer par expériences de la valeur totale de l'économie réalisée au moyen du revêtement complet des différentes pièces d'une machine; mais M. Wicksteed a trouvé que le revêtement seul du dessus de la chaudière produisait une économie de 10 1/2 pour cent dans la consommation du combustible.

3° Enfin le troisième motif du bon service des machines du Cornouailles doit être attribué à l'excellent système adopté depuis plusieurs années dans ce pays, qui consiste à enregistrer et à publier exactement le travail de chaque machine. Cette considération a rendu les propriétaires et les ingénieurs plus soigneux qu'ils ne l'eussent été autrement d'apporter toutes les corrections possibles aux moindres détails.

On oublie trop aisément que de légères imperfections, toutes minutieuses qu'elles sont lorsqu'on les considère séparément, ne laissent pas d'être dans leur ensemble d'une importance majeure.

En résumé, il faut le dire, le grand secret de l'économie des machines du Cornouailles résulte de l'application, sur une grande échelle, du principe de l'expansion. Les résultats qu'on a obtenus avec ces machines n'ont été que bien peu influencés par la disposition particulière des chaudières.

GÉNÉRATEUR A GRILLE MOBILE ET FOYER FUMIVORE,

Par M. Moulfarine, Mécanicien à Paris.

(Fig. 15, 16 et 17, pl. 36.)

On a proposé, à diverses époques, plusieurs moyens de brûler la fumée dans les fourneaux de chaudières à vapeur; mais, soit que les appareils exécutés parussent trop compliqués, soit qu'ils ne remplissent pas tout l'effet qu'on en espérait, ils furent presque tous abandonnés. Cependant, il faut le reconnaître, il est important, surtout dans les villes, dans les centres manufacturiers, d'avoir des fumivores appliqués aux foyers d'usine, sans être entraînés à des dépenses considérables.

Déjà nous avons publié, dans le v[e] volume de ce Recueil, le système de

grille sans fin de M. Jukes, que M. Tailfer a introduit en France, et qui s'est répandu dans plusieurs localités.

Le célèbre James Watt, en Angleterre, et John Collier, en France, ont appliqué aux générateurs des foyers à grille tournante, alimentés par un réservoir supérieur. M. Moulfarine, qui, depuis plus de vingt-cinq ans, s'est constamment occupé de la construction des machines à vapeur, a apporté à ce système des perfectionnements importants, qui, nous ne craignons pas de l'affirmer, le rendent complétement fumivore, et produisent une économie notable dans la dépense du combustible, en rendant la combustion tellement complète, qu'on ne trouve sous la grille d'autre résidu que de la cendre et le mâchefer, car les escarbilles sont totalement consumées. L'appareil perfectionné de M. Moulfarine est représenté vu de face, sur la fig. 15, en coupe longitudinale, sur la fig. 16, et en coupe transversale, sur la fig. 17.

On voit par ces figures que la grille proprement dite A est de forme circulaire, et se trouve à l'entrée du fourneau, au-dessous de la tête des bouilleurs B et de la chaudière C, comme dans les foyers ordinaires; une plaque de fonte horizontale s'avance jusque sur le devant du fourneau, pour recevoir le combustible que le chauffeur voudrait jeter sur la grille, par les portes d'entrée D, dans le cas où le distributeur ne marcherait pas.

Tous les barreaux qui composent la grille, et qui forment exactement un cercle à jours, reposent sur la couronne horizontale E, fondue d'une seule et même pièce avec plusieurs bras, et un moyeu central dans lequel est rapportée une crapaudine *a* en bronze ou autre métal. Cette crapaudine porte sur le sommet d'un axe fixe F, qui lui sert de pivot, et qui est creux dans toute sa hauteur, pour permettre d'amener dans cette partie un petit filet de vapeur, que l'on fait venir de la chaudière par un tube *b*, afin de lubrifier constamment les deux surfaces en contact, au lieu d'huile ou d'eau. Ce mode de graissage est très-simple, très-économique, et de beaucoup préférable aux moyens ordinaires; on obtient, en effet, des surfaces très-lisses qui ne grippent pas, et un frottement extrêmement doux, qui est d'autant plus réduit, que la pression de la vapeur tend à soulever tout le système de la grille et son plateau, et que d'ailleurs le mouvement de rotation est extrêmement lent.

A la circonférence du plateau ou de la couronne E est rapportée l'enveloppe conique en forte tôle G qui présente la forme d'un entonnoir à la base duquel on ajoute une partie cylindrique G′ entièrement ouverte, pour donner entrée à l'air extérieur. Un croisillon à plusieurs branches H fait corps avec elle, pour former collet autour de l'axe fixe, qui est lui-même solidaire ou fondu avec le croisillon I situé au-dessous; celui-ci est boulonné à une espèce de châssis en fonte J à trois ou à quatre branches, servant en même temps de support à l'arbre de couche, qui commande le système mobile.

Il est aisé de voir que l'air qui vient du dehors par la partie inférieure

lu fourneau, pénétrant d'abord dans l'enveloppe cylindrique G', se ré-and dans toute la capacité de l'entonnoir G, et se distribue régulièrement travers tous les vides laissés libres entre chacun des barreaux de la rille, par conséquent il alimente la combustion à la fois sur toute la asse de charbon qui est étendue sur celle-ci. Sans l'application de cette spèce d'entonnoir, la distribution serait beaucoup moins égale, et par uite, la combustion serait moins complète, moins active dans des parties ue dans d'autres, et l'on n'obtiendrait pas le résultat proposé, de brûler ntièrement la fumée avant même qu'elle ait dépassé l'autel.

A l'extérieur et vers le bas de cet entonnoir, est encore rapportée une irole ou bague cylindrique K, qui, en tournant avec lui dans une espèce 'auge circulaire en fonte L, a pour objet d'éviter que l'air ne tende à passer autour de la grille, qui déjà ne laisse, comme on l'a vu, qu'un espace xtrêmement restreint. L'auge étant remplie de sable, de poussière ou de endres, forme ainsi un joint suffisamment étanche pour empêcher le assage de l'air; elle est formée en deux parties, et assise sur une plaque nervures, également en deux pièces, pour permettre de monter et de émonter le mécanisme très-aisément; la pièce la plus grande est scellée ar son pourtour extérieur, excepté sur le devant, dans la maçonnerie du ourneau.

Le mouvement de rotation est transmis à l'entonnoir, et par suite à la rille, au moyen de la roue d'angle N, qui est fixée à l'enveloppe cylindrique inférieure, et avec laquelle engrène le pignon d'angle O, monté ur l'arbre en fer P. Celui-ci, porté d'un bout par le support J, et de l'autre ar la plaque de fonte Q, reçoit à son extrémité, en dehors du foyer, une oulie R, qui lui communique la rotation de celle R', placée au-dessus.

Pour faciliter le montage et le démontage de tout l'appareil, l'auteur a lisposé, sur le devant du fourneau, une sorte de large cadre en fonte S à rois côtés, qui, à sa partie supérieure, porte le bout des bouilleurs B, et ui est retenu contre le massif en briques par six boulons. Sur ce cadre, n rapporte un châssis en fonte T, sur lequel sont adaptées les portes D t D', et au besoin d'autres portes en tôle ou en fonte, pour fermer le endrier. De cette sorte, il suffit de desserrer les quelques boulons qui etiennent ce châssis, pour l'enlever avec toutes ses portes, et laisser par uite découvrir tout le système.

On donne entrée à l'air extérieur par un grillage en fonte U, situé au-rès et sur le devant du fourneau; l'espace vide laissé par l'écartement des arreaux est suffisant pour en introduire une assez grande quantité à la ois; de sorte qu'on peut laisser les portes du cendrier ouvertes, sans in-onvénient. On a ainsi l'avantage de former dans l'intérieur une espèce le chambre ou de réservoir, dans lequel l'air commence déjà à s'échauffer vant de monter à la grille A.

Pour que cette grille soit constamment garnie d'une couche égale de harbon, M. Moulfarine a établi, au-dessus et en tête du fourneau, un

distributeur, formé simplement d'un tronc de cône cannelé V, qui tourne sur lui-même, et qui est placé au bas d'une trémie en fonte ou en tôle X, laquelle est échancrée à sa base et munie d'un registre *c* ou d'une porte à coulisse, dont on règle la position exacte par la vis de rappel *d*. On voit que ce cône présente sa plus grande base au-dessus de la circonférence extérieure de la grille, et la plus petite, au contraire, du côté du centre. De cette manière, il donne nécessairement plus de charbon vers le pourtour que vers le milieu, et l'on évite que le combustible s'amoncelle dans cette partie centrale : ce qui est bien rationnel, si on remarque que la marche de la grille est beaucoup plus lente au centre qu'à la circonférence.

Toute la quantité de charbon que ce distributeur verse successivement, étant obligée de passer entre les deux bouilleurs B, tombe véritablement en se répandant suivant les rayons de la grille. Un registre Y est appliqué au-dessus de ces bouilleurs, mais en dessous du distributeur, pour permettre de cesser au besoin l'alimentation ; il peut aussi être construit de telle sorte à régler exactement l'ouverture par laquelle on veut donner passage au combustible.

On voit par le dessin que le cône cannelé V reçoit son mouvement de rotation, qui doit être aussi très-peu rapide, au moyen d'une paire de roues d'angle *f* et *g*, et d'une poulie placée à côté de la précédente R′, sur le même axe *h*, afin que la marche de tout l'appareil dépende du même moteur.

En résumé, les parties principales du système de M. Moulfarine sont :

1° La disposition générale de la grille mobile et de son plateau,

2° L'application de l'enveloppe ou de l'entonnoir, qui dirige l'air sous toute la couche de combustible à la fois ;

3° Le système de construction du pivot, et son mode de graissage par la vapeur ;

4° La disposition du châssis et du cadre en fonte, placé au-devant du fourneau, pour faciliter le montage et le démontage de l'appareil ;

5° Le distributeur conique, pour répandre le charbon sur la grille d'une manière régulière et rationnelle.

Ce système réunit les avantages suivants : 1° de brûler complétement la fumée, et 2° d'apporter une économie notable dans la consommation du combustible. Il peut s'appliquer avec le même succès non-seulement aux fourneaux de chaudières à vapeur ordinaires, mais encore aux calorifères et à tous les appareils qui chauffent par une grille.

CHAUDIÈRE CHAUFFÉE PAR LA FLAMME DES FOURS A PUDLER
Établie à l'usine de MM. Cockerill et Cie, à Seraing (Belgique).

(FIG. 18 ET 19, PLANCHE 36.)

Nous avons déjà fait connaître (t. II) les applications que divers ingénieurs ont faites pour utiliser la chaleur perdue des hauts-fourneaux à chauffer des chaudières à vapeur. On s'est beaucoup occupé depuis d'utiliser également les flammes perdues des fours à pudler et des fours à réchauffer.

Parmi les systèmes de chaudières à vapeur chauffées ainsi par ces sortes de fours, on distingue celles qui sont placées debout et celles qui sont couchées. Ces dernières, qui méritent la préférence, peuvent être établies soit sous terre, soit au-dessus des fours mêmes; dans l'un et dans l'autre cas, elles ne gênent pas le service de l'usine, bien que les chaudières enterrées doivent être protégées par de bons murs contre l'humidité du sol; cependant elles sont moins dispendieuses à établir que les chaudières placées sur les fours ou à la suite de ces derniers.

Les avantages des chaudières enterrées, sont : 1° de ne pas chauffer beaucoup d'air, ce qui procure une économie de combustible; 2° de ne pas incommoder les ouvriers par la chaleur rayonnante; 3° de présenter sans complication une surface de chauffe plus grande; 4° de s'adapter plus facilement à une cheminée générale; 5° d'être plus faciles à visiter et à réparer; 6° de ne pas mettre d'obstacle à la réparation des fours.

Les fig. 18 et 19 de la pl. 36 représentent l'une des chaudières enterrées, établies dans le laminoir à loupe, de l'usine de Seraing.

La fig. 18 est une coupe verticale faite par l'axe de la chaudière et par le milieu de l'un des deux fours qui l'alimentent :

La fig. 19 est une section transversale faite suivant différents plans, savoir :

La chaudière, suivant la ligne 1-2.

L'un des fours à pudler suivant la ligne 3-4,

Et l'autre suivant la ligne 5-6.

On voit que la chaudière se compose simplement d'un corps cylindrique A, formé d'une suite d'anneaux en tôle; cette chaudière n'a pas moins de 9m 75 de longueur sur 1m20 de diamètre; elle est portée par six supports en fonte B et retenue sur les côtés par les cloisons latérales en briques C. Elle est complétement enveloppée dans la moitié de sa partie supérieure par une forte couche de frasil de coke recouverte de maçonnerie en briques.

La flamme provenant des deux fours à pudler D arrive par le canal E, et se distribue dans les deux carneaux F qui règnent sous toute la lon-

gueur de la chaudière. La sole de ces carneaux est en briques réfractaires ainsi que la cloison qui les sépare, et se trouve supportée par un plancher en tôle qui est lui-même établi sur les poutrelles en fonte H. Le massif du fourneau qui enveloppe la chaudière présente, à l'intérieur, des espaces étroits *a*, remplis d'air et qui s'étendent latéralement sur toute la longueur de la chaudière pour servir à concentrer la chaleur et à éviter l'humidité du sol. La construction de ce fourneau est consolidée par des armatures en fer *b*.

La chaudière est surmontée d'une cloche en tôle I, formant trou d'homme et réservoir de vapeur. Sur le côté de cette cloche est appliquée une tubulure en fonte J, portant soupape pour ouvrir la communication avec le tuyau qui amène la vapeur à la machine.

Deux soupapes de sûreté, avec sifflets à flotteur, sont également appliquées sur la chaudière; l'un de ces appareils, celui K, est à la disposition du chauffeur, l'autre K′ est inaccessible.

L'arrivée de l'eau d'alimentation a lieu par le tuyau L, et la vidange se fait par le tuyau inférieur M. A l'entrée du fourneau et sous les fours à pudler sont ménagées deux tagues en fonte N, qui servent pour le foyer de *floss* (ouverture par laquelle on laisse écouler les scories). Un registre en fonte O est appliqué à l'autre extrémité pour régler le tirage des fours, un canal transversal P reçoit ainsi la flamme et les gaz brûlés provenant de quatre fours semblables; ce canal a $0^m 60$ de plus de profondeur que les canaux qui y débouchent, afin d'éviter l'obstruction par les dépôts de cendres.

Les fours à pudler D sont d'une construction très-simple et très-solide, leur sole est établie sur des supports en fonte Q, et sur des entretoises ou poutrelles R. Un tunnel est pratiqué en avant de ces fours pour servir au transport des cendres et des scories. Au-dessus de ce tunnel et au pied de chaque four est ménagée une excavation S, pour faciliter le nettoyage de la grille T. Tout le massif extérieur de chaque four est en outre relié par des armatures en fer U.

Voici d'après le Traité théorique et pratique sur la fabrication de la fonte, publié tout récemment par M. Valerius, les essais de vaporisation faits sous la direction de M. Mathey (voir pag. 692), au moyen des gaz d'un four à rails de l'usine de Seraing près Liége en Belgique (1).

(1) Cette usine, qui est certainement l'une des plus importantes de toute l'Europe, a pour ingénieur en chef, un homme de grande capacité, M. Brialmont, et marche sous la direction éclairée de M. Pastor, depuis plusieurs années. Nous nous faisons un devoir et un véritable plaisir de leur témoigner ici tous nos remercîments pour les diverses communications qu'ils ont bien voulu nous adresser.

SSAIS DE VAPORISATION FAITS SOUS LA DIRECTION DE M. MATHEY, INGÉNIEUR-MÉCANICIEN, AU MOYEN DES GAZ D'UN FOUR A RAILS DE SERAING.

	Consommation et production de 3 fours ordinaires.							Consommat. et product. d'un four avec chaudière.							
DATES. Septembre 1847.	Jour ou nuit.	Nombre de charges.	Paquets fournis.	Poids fourni.	Poids obtenu.	CONSOMMAT. Houille.	CONSOMMAT. Charbon.	Nomb. de charg.	Paquets fournis.	Poids fourni.	Poids obtenu.	CONSOMMAT. Houille.	CONSOMMAT. Charbon.	Eau vaporisée en 12 heures.	Tension de la vapeur.
Du 6 au 7...	Nuit	15	109	20144	18200	3840	2280	6	36	6679	6000	1200	760	5.08	3
Le 7.......	Jour	16	111	19774	17780	3600	3610	6	39	6893	6100	1200	1140	6.80	3
Du 7 au 8..	Nuit	15	96	17161	15150	4080	1995	5	34	6136	5450	1360	855	7.20	3
Le 8.......	Jour	16	113	20389	18490	3600	3135	7	32	7458	6600	1200	1235	8.00	3
Du 8 au 9..	Nuit	17	122	20870	18910	4000	2375	6	40	7385	6430	960	1140	7.60	3
Le 9.......	Jour	16	110	19144	17420	3760	3135	7	42	7888	7380	1280	1330	8.00	3
Du 9 au 10..	Nuit	17	113	21186	19200	4480	2375	6	39	7343	6640	1600	665	6.80	3
Le 10......	Jour	16	111	19274	17050	3600	3325	7	51	7927	6850	1280	1330	8.00	3
Du 10 au 11.	Nuit	16	103	19544	17630	4720	2470	6	38	7220	6440	1920	570	8.80	3
Le 11......	Jour	15	106	18454	16690	3760	3135	6	45	6927	6120	1360	1330	7.60	3
TOTAUX...		159	1094	195940	176520	39440	27835	62	406	71856	64010	13360	10355	73.88	30
Moyennes par 12 h. pour un four....		5.3	36.4	6531	5884	1314	928	6.2	40.6	7185.6	6401	1336	1035.5	7.38	3
Moyennes par 12 h. pour 3 fours....		15.9	109.2	19593	17652	3942	2784								

OBSERVATIONS

POUR LES EXPÉRIENCES DES 3 FOURS.

100 kil. de combustible, houille et charbon, ont chauffé 291 kil. de fer.

9.80 p. 100 de déchet au four et au laminoir. La mise à feu de trois fours a exigé 480 kil. de houille et 2850 kil. de charbon.

Dans la nuit du 7 au 8, le laminoir s'est brisé.

EXPÉRIENCES DU FOUR SEUL AVEC LA CHAUDIÈRE.

100 kil. de houille et charbon ont chauffé 303 kil. de fer.

100 kil. de combustible, houille et charbon, ont vaporisé 311 kil. d'eau.

Par mètre carré de surface de chauffe, il a été vaporisé 36,4 kil. d'eau à l'heure.

6,7 kil. de charbon par force de cheval.

10 p. 100 de déchet au four et au laminoir.

On a chauffé en 12 heures 654 kil. de fer de plus en vaporisant.

La mise à feu a exigé 160 kil. de houille et 950 kil. de charbon.

Le travail utile d'un kilogram. de vapeur employé sans condensation ni détente et à la pression effective de 3 atmosph., est de 12825 kilogrammètres.

Le travail dynamique dû à la vaporisation de 7380 kil. d'eau en 12 heures et à la pression effective de trois atmosphères = 29,2 chevaux.

CHAUDIÈRES TUBULAIRES A VAPEUR.

GÉNÉRATEUR DE LA DRAGUE DE M. NILLUS.

(PLANCHE 37.)

Toutes les fois qu'il s'agit d'établir des générateurs devant occuper peu de place, et produire cependant beaucoup de vapeur, on les construit avec un très-grand nombre de tubes intérieurs : telles sont les chaudières de locomotives, et celles généralement adoptées pour les bateaux à vapeur ; seulement dans les premières, comme on est limité pour le diamètre de la chaudière, les tubes sont d'un très-petit diamètre et ne dépassent généralement pas 40 mill. ; on ne peut alors y brûler que du coke ; mais dans les chaudières de marine, les tubes ont au moins 8 à 9 cent., et quelquefois même 11 à 12 cent. de diamètre ; on peut alors les alimenter avec de la houille, surtout celle produisant peu de fumée et beaucoup de flamme.

On sait que c'est en France que l'on a fait d'abord l'application des chaudières tubulaires ; mais ce n'est qu'après avoir pris la plus grande extension en Angleterre, qu'elles se sont véritablement bien répandues dans notre pays.

Tous les constructeurs qui s'occupent d'appareils à vapeur pour la navigation font aujourd'hui leurs chaudières à tubes. M. Lemaitre, qui a été si vivement regretté, et à qui, comme nous l'avons dit, on doit d'utiles innovations, a apporté, dans ce genre d'appareils, des améliorations importantes. C'est ainsi qu'en disposant, par exemple, les foyers des générateurs de telle sorte, que les portes se trouvent parallèles aux flancs du navire, il est parvenu à les loger dans un espace qui n'occupe pas plus de la moitié de la largeur du bâtiment, soit en plaçant les foyers de manière à se trouver en regard les uns des autres en laissant un espace libre entre eux pour le service ; soit, au contraire, en les plaçant dos à dos, pour que les chauffeurs se trouvent vers les bords du navire, au lieu d'être dans le centre.

Sachant par expérience qu'on ne peut donner une trop grande étendue aux tubes, parce qu'il ne serait pas possible de les nettoyer, M. Lemaitre est arrivé, par une disposition fort simple, à faire parcourir aux gaz provenant de la combustion deux rangées successives de tubes, savoir : une première série au-dessus des foyers, puis une seconde série placée symétriquement à un étage supérieur.

Son système, pour lequel il avait pris un brevet d'invention de quinze ans, le 14 février 1846, présente ainsi les avantages suivants :

1° D'occuper moins de place, toutes choses égales d'ailleurs, que les chaudières adoptées jusqu'à ce jour ;

2° De présenter sensiblement plus de surface de chauffe avec un volume donné ;

3° De permettre de nettoyer tous les tubes avec facilité, de les monter et de les démonter de même ;

4° De rendre le service beaucoup plus commode;

5° De diminuer au besoin le nombre d'hommes;

6° De rendre la surveillance et le commandement plus faciles, et par suite de marcher avec plus de sûreté et de régularité.

MM. Mazeline frères, du Hâvre, à qui l'on doit également plusieurs améliorations dans la construction des appareils à vapeur, se sont aussi fait breveter, en 1849, pour de nouvelles dispositions de chaudières tubulaires. Leur système se distingue de ceux exécutés jusque là en ce que, d'une part, ils ont cherché à éviter les surfaces entièrement planes, en les remplaçant par des surfaces courbes qui permettent de s'allonger ou de se raccourcir, selon les effets de dilatation et de contraction; et que, d'un autre côté, ils assemblent les différentes feuilles de métal, de telle sorte à éviter que les têtes de rivets soient léchées par la flamme ou la fumée, ce qui présente l'avantage de conserver les générateurs plus longtemps. Ces constructeurs ont indiqué l'application de leur système, avec le moteur particulier qui leur appartient aussi, à un appareil de 120 chevaux monté sur un vaisseau de ligne, destiné à marcher soit simultanément, soit alternativement avec les voiles et avec l'hélice.

M. Cavé de Paris, MM. Schneider du Creusot, MM. Taylor et Benet à Marseille, MM. Gache, MM. Cochot frères, et plusieurs autres constructeurs, ont également établi un grand nombre de chaudières tubulaires, pour les navires à vapeur. Sans entrer dans les divers détails relatifs aux systèmes adoptés par chacun de ces constructeurs, nous avons cru devoir en montrer un exemple en choisissant le générateur à tubes de la drague à vapeur, que nous avons déjà publiée, comme ayant pu se représenter à une échelle assez grande, pour en rendre le dessin plus intelligible.

Cette chaudière, construite par M. Nillus du Hâvre, est à peu près semblable à celles qu'il a exécutées pour les appareils de 120 et de 220 chevaux avec des machines à cylindres oscillants.

La fig. 1re du dessin, pl. 37, représente une vue de face de la chaudière toute montée et garnie de ses accessoires.

La fig. 2e est une section verticale, faite par l'axe de la cheminée et par le milieu de l'un des foyers.

La fig. 3e est une seconde coupe verticale, faite perpendiculairement à la précédente.

On voit, par ces figures, que la chaudière se compose d'un seul corps, mais de deux foyers. Les dimensions qu'on lui a données suffisent largement pour alimenter l'appareil moteur de la drague, qui est de 20 chevaux.

Le corps proprement dit de la chaudière n'est autre qu'une grande caisse en tôle A, qui repose, par sa base, sur un cadre en charpente B fixé sur le fond du navire, lequel est en tôle. Les angles de cette caisse sont arrondis; et sa partie supérieure A, destinée à former réservoir de vapeur, est fortement consolidée par des traverses ou boulons d'écartement *a*. Elle se relie en outre, d'une part avec le conduit intérieur C, qui

communique avec la cheminée D par les boulons à pattes *b*; et de l'autre avec la voûte des foyers F, par les boulons verticaux *c*, qui sont méplats dans une partie pour le passage des tubes, et qui portent à chaque extrémité un double écrou, comme le montre le détail (fig. 14).

Les foyers F forment deux caisses distinctes, placées parallèlement dans la partie inférieure du corps de la chaudière, et reliées à celui-ci par une suite de rivets à vis *d* et *d'*, qui laissent entre les parois un espace libre de 8 à 10 cent. pour le volume occupé par l'eau; ils se relient aussi entre eux par des rivets semblables d^2 (fig. 3). Les portes E de ces foyers sont en fonte, adaptées à des cadres ou châssis verticaux G de forme rectangulaire, se prolongeant vers le bas pour former l'entrée des cendriers H.

Les barreaux I, qui composent la grille de chaque foyer, sont en deux longueurs, disposés sur un plan incliné, afin de laisser le plus d'espace possible au combustible et à la flamme qui s'en dégage, tout en conservant cependant la capacité nécessaire pour les cendriers. Ces barreaux reposent, d'une part, sur la plaque antérieure en fonte J, vers le milieu sur les barres transversales *f*, et à l'autre extrémité, sur les barres *g*.

La partie supérieure ou la voûte proprement dite des foyers présente en section une forme elliptique, et se relie au coffre rectangulaire L par un certain nombre de rivets à vis *e*. Ce coffre L, étant destiné à recevoir la série de tubes M, porte à l'intérieur les parois *h*, auxquelles s'assemblent ces tubes; il se relie aussi à la caisse extérieure A, par les boulons ou rivets filetés d^3.

On sait, qu'au sujet de l'assemblage des tubes, les constructeurs emploient deux moyens: l'un qui consiste à évaser le bord du trou qui doit recevoir l'extrémité du tube, afin de river celui-ci, comme on le voit sur la fig. 7, l'autre qui consiste à chasser à l'entrée du tube une petite virole en fer *i* (fig. 8) comme on le fait dans les machines locomotives. Mais si cette virole a l'avantage d'éviter la rivure, elle a aussi l'inconvénient de diminuer la section du tube et par conséquent d'étrangler le passage pour la flamme et la fumée.

On a remarqué sans doute que les assemblages des différentes parois de la chaudière, du coffre à tube et des foyers, se font dans certaines parties avec des boulons taraudés et écrous extérieurs, comme ceux indiqués en *d'* et d^3, fig. 2 et 3, et celui détaillé fig. 9, ou bien avec des tiges taraudées et rivées des deux bouts, comme celles indiquées en *d* (fig. 10). Partout où les boulons à écrous peuvent être appliqués, on l'a fait parce qu'ils ont l'avantage de permettre de démonter aisément, et par suite de faire des réparations sans fatiguer les feuilles métalliques qu'ils relient. Lorsque deux feuilles de cuivre ou de tôle, composant les caisses de la chaudière, doivent s'assembler pour former une surface plane, leurs bords sont superposés et rivés comme l'indique la fig. 11. Pour les angles, l'assemblage a lieu au moyen de cornières *j* (fig. 12), et dans certains cas pour des parties arrondies, on recourbe l'une des feuilles, comme on le voit sur la fig. 13.

Pour faciliter le nettoyage des tubes, deux portes en tôle N sont placées sur le devant de la chaudière et garnies de poignées *k* à l'aide desquelles on peut les enlever. Ces portes sont retenues contre la face de la caisse A par plusieurs petits tourniquets à poignée *l* qui permettent de les enlever ou de les replacer en très-peu de temps. Elles sont garanties de l'action du feu par une double paroi en tôle O rapportée à l'intérieur. Deux petits regards *m*, y sont pratiqués vers le milieu pour permettre de voir à l'intérieur si la combustion se fait bien; ces regards se ferment au moyen de petits registres à poignée *n*.

La partie inférieure du corps de la chaudière est percée de plusieurs ouvertures latérales fermées par les couvercles P qui permettent d'en nettoyer l'intérieur, après avoir fait la vidange complète.

Sur le dôme ou la partie supérieure de la chaudière destinée au réservoir de vapeur est appliqué un coffre en fonte Q (fig. 1 et 2) recevant les siéges de deux soupapes de sûreté qui s'ouvrent de bas en haut. Ce coffre présente la forme indiquée sur les détails fig. 4, 5 et 6. Les soupapes de sûreté R qu'il renferme sont à siége plat, et reliées par leur partie inférieure à un contre-poids S dont la tige accrochée se prolonge en contre-bas, comme le montre la fig. 2, pour s'appuyer sur le plus petit bras du levier coudé T dont la plus longue branche communique à la tige à poignée U à l'aide de laquelle on peut au besoin soulever ce contre-poids et par suite ouvrir les soupapes, afin de laisser échapper la vapeur par le tuyau V. On peut toujours visiter les soupapes de sûreté et les roder sur leur siége en enlevant les couvercles *p*.

La vapeur engendrée dans la chaudière se rend aux deux cylindres de la machine par les tuyaux recourbés X qui s'élèvent à l'intérieur jusque vers le dôme, et qui à l'extérieur sont munis de gros robinets à poignée, à la disposition du machiniste.

On reconnaît toujours la hauteur du niveau de l'eau dans l'intérieur de la chaudière soit par le tube du niveau Y (fig. 1re), lequel est muni de ses trois robinets *r*, soit au moyen des robinets de jauge *s* et *s'* dont les tubes *t* descendent jusqu'au cendrier.

L'alimentation de la chaudière a lieu, comme on l'a vu sur les dessins de l'appareil dragueur, par des pompes foulantes appliquées à la machine et qui aspirant l'eau provenant de la cuvette de décharge de la pompe à air, lui font traverser la chapelle Z (fig. 15 et 16), qui renferme les deux soupapes *u* et *u'*, et qui communiquent avec la chaudière par la tubulure latérale *v* au moyen d'un tuyau convenablement bifurqué.

DIMENSIONS PRINCIPALES ET SURFACES DE CHAUFFE.

Nous l'avons déjà dit, il y a toujours avantage à donner aux générateurs de grandes surfaces de chauffe, et pour les chaudières tubulaires

appliquées aux navires, comme aux locomotives, cette condition est véritablement indispensable.

Par cela même que les tubes ne peuvent produire à beaucoup près la même quantité de vapeur, à égale surface de chauffe, que les parois des foyers qui reçoivent la chaleur directe (1), il faut nécessairement faire en sorte qu'ils soient multipliés, de manière que la surface de chauffe totale soit au moins de 1m.q. 20 par force de cheval nominale; souvent même elle s'élève à 1m.q. 40, et même à 1m 50 et 1m 60.

Nous donnons ci-dessous les dimensions principales de quelques chaudières tubulaires appliquées à différents navires à vapeur.

Voici d'abord celle du générateur de la drague, comme nous l'avons relevé et dessiné pl. 37 :

Largeur de chaque grille	0,70
Longueur	1,40
Diamètre intérieur des tubes	0,075
Diamètre extérieur —	0,082
Longueur de l'un d'eux	1m 12
Longueur totale des 80 tubes	89,60
Surface des deux grilles	1m.q. 96
Section de la cheminée	0m.q. 26
Surface de chauffe, directe	6m.q. 24
Surface de chauffe, par les tubes et la partie du fond opposée à leur entrée	25m.q. 20
Surface de chauffe totale	31,44
Soit par cheval	1,57
Capacité réservée pour la vapeur	1m.c. 80
Capacité réservée pour l'eau	2m.c. 10

Les premières chaudières du steamer le *Great-Western*, navire de 400 chevaux, avaient en totalité 357 mètres carrés de surface de chauffe et 19 mètres carrés de surface de grille. Ces chaudières, au nombre de trois, étaient à parois planes comme on les a toutes faites en Angleterre et en France, de 1830 à 1840; mais elles furent remplacées plus tard.

Le poids de ces chaudières et des tuyaux à vapeur était de 205 tonneaux; celui du volume d'eau qu'elles contenaient de 81 tonneaux, et la consommation moyenne du combustible de 1016 tonneaux par voyage de 27 à 28 jours.

Ces chaudières furent remplacées en 1844 par des chaudières tubulaires auxquelles l'ingénieur, M. Guppy, donna les dimensions suivantes :

(1) On admet généralement qu'il faut trois fois autant de surface tubulaire que de surface directe pour engendrer la même quantité de vapeur.

Surface totale des foyers	39 mètres carrés.
— des boîtes à fumée	77 —
— des tubes	548 —
Par conséquent la surface totale.	664 —
Ce qui donne par cheval.	1m.q. 66
La surface de la grille est de.	13m.q. 50
Ou par cheval	0m.q. 033
La capacité pour la vapeur est de.	37m.c. 50
Et celle pour l'eau de.	52m.c. 50

Le poids total des chaudières est de 59 tonneaux.

La consommation moyenne du combustible, de 707 tonneaux par voyage de 29 jours.

Lorsque les anciennes chaudières étaient neuves, la consommation du combustible ne s'élevait pas au delà de 2kil. 72 par heure et par force de cheval ; avec les chaudières tubulaires la consommation moyenne est de 2kil. 54 par cheval et par heure.

Un navire remarquable par la rapidité et la régularité de sa marche, le steamer *Queen*, qui ne voyage que sur les rivières et dont la construction est due à MM. Rennie, a les dimensions suivantes :

Longueur totale de chaque chaudière.	4m 17
Largeur — —	3m 86
Hauteur — —	1m 83

Ces chaudières sont au nombre de quatre renfermées dans le même corps et contiennent en totalité 228 tubes en laiton.

La longueur des tubes est de	1m 70
Le diamètre —	0m 076
Le diamètre du cylindre des machines de . . .	2m 063
Et la longueur de la course du piston de . . .	1m 37

La puissance collective des deux machines est de 76 chevaux.

MM. Rennie ont aussi construit des chaudières à tubes verticaux, comme on en construit beaucoup en France depuis quelques années, surtout dans les petites forces.

Une telle chaudière, appliquée sur un des bateaux remorqueurs de la Tamise en Angleterre, a les dimensions principales suivantes :

Diamètre de la chaudière	1m 83
Hauteur —	3m 50
Diamètre de la boîte à feu	1m 68
Élévation de la plaque inférieure des tubes au-dessus des barreaux de la grille.	0m 46
Distance entre la grille et le fond du cendrier.	0m 48

Longueur des tubes	$2^m 44$
Diamètre —	$0^m 051$
Distance entre les tubes de centre en centre	$0^m 076$
Diamètre de la plaque qui porte les tubes	$1^m 17$
Largeur de l'espace annulaire qui sépare les tubes de la tôle de la chaudière	$0^m 356$
Hauteur de l'eau le long des tubes	$1^m 52$
Longueur de la partie des tubes plongée dans la vapeur	$0^m 91$
Nombre total des tubes	145
Surface totale des dits tubes	$35^{m.q.} 25$
— de la boîte à feu	$3^m 27$
Surface de chauffe effective	$38^m 52$
— de la grille	$1^m 95$
Rapport de cette surface à la surface de chauffe	1 à 20
Diamètre du cylindre à vapeur	$0^m 665$
Longueur de la course du piston	$0^m 965$
Nombre de coups de piston par minute	26 à 30
Consommation du combustible par heure	$508^{kil.}$

Nous aurions pu donner encore un grand nombre d'exemples de chaudières tubulaires appliquées aux navires à vapeur, mais nous croyons que ceux qui précèdent peuvent suffire à faire voir les proportions principales qui sont généralement adoptées aujourd'hui dans ces sortes d'appareils, et qui, en surfaces de chauffe totale, dépassent le plus souvent $1^{m.q.}50$ par force de cheval nominal.

On s'occupe beaucoup en ce moment des moyens d'éviter l'entraînement de l'eau par la vapeur, en sortant de la chaudière pour aller aux cylindres. Des expériences sur des procédés différents se poursuivent dans les ateliers de M. Polonceau, au chemin d'Orléans, de M. Clément, à Lyon, et de MM. Gouin et Cie, à Saint-Ouen : nous ne manquerons pas d'en rendre compte.

Nous avons décrit dans le 6e numéro du *Génie industriel*, des appareils fort simples, appelés *salinomètres*, dont l'un est de M. Cavé, et l'autre de M. Hoe, et qui sont d'une application indispensable pour les chaudières de marine, en ce qu'ils font connaître exactement le degré de saturation de l'eau salée, et qu'ils évitent de graves inconvénients en permettant d'opérer l'exhaustion aux instants voulus.

RÈGLES ET DONNÉES PRATIQUES

RELATIVES AUX CHAUDIÈRES A VAPEUR CYLINDRIQUES AVEC OU SANS BOUILLEURS.

(PLANCHE 38.)

Comme les calculs relatifs aux dimensions, aux épaisseurs et aux poids des chaudières sont assez longs à effectuer, et que par suite il arrive souvent qu'un grand nombre de personnes ne sont pas à même de les vérifier, nous avons pensé que l'on verrait avec intérêt dans ce Recueil, après la description générale qui précède, les procédés simples et commodes qui facilitent le travail et permettent de se rendre compte en quelques instants des proportions, et par suite des prix approximatifs d'un générateur en tôle.

Cette question est d'autant plus intéressante, que l'on sait très-bien qu'une chaudière entre pour beaucoup dans le prix de revient d'une machine à vapeur.

Comme ce sont surtout les chaudières cylindriques avec ou sans bouilleur qui sont le plus employées dans l'industrie manufacturière, comme elles sont d'ailleurs les moins susceptibles de changements, nous nous sommes attachés tout particulièrement à ce système, et au lieu de donner des tables, nous avons formé des tracés géométriques, qui ne sont autres que des sortes de diagrammes ou d'abaques permettant de voir d'un seul coup d'œil les diamètres, les longueurs ou les épaisseurs des chaudières, suivant la surface de chauffe qu'on veut leur donner et suivant la force en chevaux qu'elles doivent exprimer.

La construction de ces diagrammes est extrêmement simple et facile à faire. Que l'on suppose, par exemple, une ligne AB (fig. 1re) représentant une longueur de deux mètres, par exemple, et divisée en décimètres et en centimètres. A l'une des extrémités de cette ligne, on élève une perpendiculaire BD d'une longueur quelconque et divisée en parties égales, de 1 à 20, par exemple, pour représenter la force nominale en chevaux, et on tire les droites obliques AD, AF, etc.

On sait qu'il est rare de faire des chaudières d'un seul corps, au delà de 20 chevaux; il y a évidemment avantage et plus de sécurité à les faire en deux ou plusieurs corps pour des puissances plus considérables, souvent même pour 20 à 24 chevaux on préfère des chaudières de 10 à 12.

A l'autre extrémité A on élève de même une perpendiculaire AC sur laquelle on indique de distance en distance des divisions qui doivent correspondre à des surfaces de chauffe données. Ainsi, en prenant à volonté une hauteur AE, par exemple, pour représenter une surface de $1^{m.q.}20$ par cheval, on prendra une hauteur double AE′ pour une surface moitié moindre ou $0^{m.q.}60$; et de même des hauteurs inversement proportion-

nelles pour des surfaces différentes. C'est ce qui est indiqué sur le tracé plus complet (fig. 2).

Remarquons d'abord que cette première figure s'applique à une chaudière cylindrique sans bouilleurs, et construite comme on le fait habituellement avec les bouts à peu près sphériques, et que dans un tel système l'évaluation de la surface de chauffe totale est exprimée par les 3/5es de la circonférence multipliés par la longueur de la chaudière. Il en résulte que pour fixer les dimensions absolues d'un générateur, on se donne la surface de chauffe par cheval, quantité qui, comme nous l'avons dit, est extrêmement variable, suivant les localités comme suivant les constructeurs. C'est pourquoi nous avons indiqué sur le tableau (fig. 2) les surfaces variant depuis $2^{m.q.}$ jusqu'à $0^{m.q.}50$.

L'on s'est donné sur la première droite AB, la moitié de cette ligne, ou BM, pour représenter un diamètre de 1 mètre, on doit y marquer la longueur BN = 3/4 AB, ou NM = 1/2 BM, pour représenter un diamètre double ou 2 mètres, et de même des quantités proportionnelles pour des diamètres supérieurs ou inférieurs à 1 mètre ; l'extrémité de la ligne AB, ou le point B, désignant le plus petit diamètre ou 0,50. C'est ainsi que sur la figure 2, nous avons indiqué par une suite de lignes verticales, les diamètres des chaudières augmentant successivement de 10 en 10 centimètres depuis $0^{m}50$ jusqu'à 2 mètres.

La ligne horizontale supérieure CD est supposée devoir représenter les longueurs en mètres, au 1/100e, soit 1 centimètre pour 1 mètre.

Il sera facile, au reste, de bien comprendre l'usage de ce tableau (fig. 1 et 2), et par suite leur application aux calculs des chaudières sans bouilleurs par les exemples suivants :

1er Exemple. — Soit à déterminer, les surfaces variant depuis $2^{m.q.}$ jusqu'à $0^{m.q.}50$, la longueur d'une chaudière cylindrique sans bouilleur qui doit avoir une force nominale de 10 chevaux avec une surface de chauffe de $1^{m.q.}20$ par cheval, et en admettant que le diamètre extérieur soit limité à 1 mètre.

En représentant par L la longueur de cette chaudière, on aurait par le calcul, pour la surface de chauffe S,

$$S = 10 \times 1{,}20 = 12^{m.q.}$$

et comme la circonférence $2\pi r$ ou $C = 1 \times 3{,}14$ ou $3^{m}14$,

puisque la surface de chauffe est égale aux 3/5es de la surface totale, on a alors

$$L = \frac{12^{m.q.}}{3{,}14 \times 1} \times 5/3 = 6^{m}137 \text{ pour la longueur cherchée.}$$

Les tracés (fig. 1 et 2) résolvent ce problème à simple vue, sans calcul.

En effet, du point M (fig. 1) qui correspond au diamètre 1 mètre, on suit la perpendiculaire Ma qui rencontre en *a* l'oblique AF correspondant

à la force donnée de 10 chevaux; du point *a*, on tire l'horizontale *ab* qui coupe en *b* l'oblique BE, correspondante à la surface $1^{m.q.}2$ par cheval, et alors la perpendiculaire *bc* donne le point *c*, et par suite la distance $Dc = 6^m 37$ pour la longueur demandée à très-peu près. Nous disons, à très-peu près, parce que l'échelle de la figure est très-petite; mais il est évident qu'en faisant le tracé en grand, on obtiendra toute l'exactitude désirable, à moins d'un millième près.

Le tableau ou le tracé étant complété comme il est indiqué sur la fig. 2, on peut ainsi déterminer avec la plus grande promptitude, soit la longueur d'une chaudière, lorsqu'on connaît le diamètre et qu'on se donne la surface de chauffe, et réciproquement déterminer le diamètre lorsqu'on a la longueur, pour correspondre dans l'un ou l'autre cas à une force nominale donnée.

Les figures 3 et 4, relatives aux chaudières avec bouilleurs, sont identiquement semblables aux précédentes, si ce n'est que les surfaces de chauffe n'existent que de 1^m à $2^{m.c.}$ Nous ne reviendrons pas, par conséquent, sur leur principe; il nous suffit d'indiquer le résultat de l'opération figurée. En remarquant que nous avons admis, pour le calcul, que la surface de chauffe pour les générateurs à deux bouilleurs est estimée en prenant la 1/2 de la surface de la chaudière proprement dite, et les 3/4 de chacun des bouilleurs; les diamètres de ceux-ci étant moitié de celui de la chaudière.

Les données sont les mêmes que ci-dessus, et le calcul donne pour longueur $3^m 05$; la verticale passant par le point *b'* se trouve exactement entre le chiffre 3 mètres et le décimètre suivant, autrement dit, par l'échelle du tableau, à 3,05.

2e Exemple. — Si on est limité pour la longueur, et qu'il faille alors chercher le diamètre de la chaudière, dans les mêmes conditions, le problème serait également résolu avec la même facilité, à l'aide du tableau graphique, en faisant simplement l'opération inverse.

Ainsi, du point *c* correspondant à la longueur donnée $6^m 37$, on descend la verticale *cb*, qui rencontre en *b* l'oblique BE correspondante à la surface $1^{m.q.}20$; on suit alors l'horizontale *ba* jusqu'à la ligne AF, et la perpendiculaire *a*M, abaissée sur AB, donne $BM = 1^m$ pour le diamètre cherché.

Par le calcul, on aurait eu le même résultat en faisant

$$\pi D = 2\pi r$$

$$\text{et} \quad L \text{ ou } 6^m 37 = \frac{12^{m.q.}}{\pi D} \times \frac{5}{3}$$

$$\text{ou} \quad D = \frac{12}{3{,}14 \times 6{,}37} \times \frac{5}{3} = 1^m.$$

Le tableau (fig. 6) a pour objet d'aider à l'évaluation du poids d'une chaudière dont toutes les dimensions sont connues; on obtient de cette façon le poids d'un cylindre de tôle de mêmes longueur, diamètre et épais-

seur que l'appareil proposé. Afin de rapprocher l'appréciation le plus près possible de la vérité, il est nécessaire de compter le diamètre et la longueur un peu plus grands qu'ils ne sont réellement à cause du recouvrement des tôles. Ainsi pour une chaudière de 1,10 de diamètre et 6,50 de longueur, on peut compter sur un diamètre égal à 1,15 environ, et une longueur de 6m70.

Voici comment on se sert du tableau :

La base du quadrillé représente tous les diamètres de 40 centimètres à 2 mètres; les lignes angulaires semblables à EF (fig. 5) correspondent aux longueurs de 0 à 10 mètres, et celles telles que HI les épaisseurs de tôles de 0 à 15 millimètres; les poids sont exprimés en quintaux sur l'échelle supérieure du tableau.

Étant donné, un corps de chaudière simple dont les dimensions, toute estimation faite, sont :

Diamètre = 1m20.
Longueur = 5m00.
Épaisseur = 10mill.

on cherche l'intersection de la ligne G*e*, marquant le diamètre, avec EF, la longueur; du point d'intersection *e* on suit horizontalement jusqu'à HI l'épaisseur de la tôle, et le point *f* tombe ici plus loin que le milieu du quinzième quintal, soit 14,60 ou 70 : le calcul effectué au-dessous donne, en effet, 14,68 ou 1468 kil.

Lorsqu'on a ainsi déterminé approximativement le poids d'une chaudière, et de même celui de ses bouilleurs, si elle en a, il est très facile de se rendre compte du prix auquel elle peut être livrée, et qui s'estime à tant le kilogramme.

Le petit tableau (fig. 7) contenu dans la figure 5, est l'expression exacte de la formule légale pour l'épaisseur de la tôle des générateurs à vapeur.

Ce tableau, tout à fait analogue aux précédents, contient les diamètres depuis 50 centimètres jusqu'à 2 mètres, représentés par les lignes angulaires semblables à OP; les verticales sont la pression absolue dans la chaudière de 1 à 10 atmosphères; les épaisseurs de tôle se lisent sur la verticale de droite du tableau. Proposons-nous de déterminer l'épaisseur d'une chaudière marchant à 5 atmosphères et d'un mètre de diamètre.

Cherchons l'intersection de la verticale 5 atmosphères *h* ou J*h*, avec OP correspondant à 1 mètre; du point *h* suivons l'horizontale *hi* à l'extrémité de laquelle nous trouvons l'épaisseur cherchée, qui est ici 10 mill. passés.

Le calcul posé au-dessous donne 10,2.

On comprend maintenant que si l'on arrive à une exactitude aussi grande à une petite échelle, on obtiendra avec des tableaux exécutés un peu en grand un degré de précision égal à celui des opérations numériques.

HYDRO-EXTRACTEURS

OU

TOUPIES MÉCANIQUES.

CALCULS D'UNE MACHINE A EFFET CENTRIFUGE,

EMPLOYÉE POUR LA PURGATION DES SUCRES BRUTS,

Par **M. CADIAT**, Ingénieur civil, à Paris.

(FIG. 1, PLANCHE 39.)

Nous avons publié avec détails, au commencement du IIIe vol. de notre Recueil, les machines à force centrifuge, employées exclusivement dans leur origine à extraire l'eau des tissus, des fils et des matières filamenteuses, et dont on a depuis multiplié considérablement les applications. Nous avons cité alors des résultats d'expériences, et, en même temps, des exemples d'accidents qui arrivent avec ces appareils; et cependant, malgré cela, et surtout malgré le grand nombre qui s'en répand journellement dans l'industrie, il ne paraît pas que l'on ait cherché à faire apporter, dans ces genres de machines, les précautions, les moyens de sûreté que l'on exige pour certains appareils, comme pour les générateurs ou chaudières à vapeur.

Il y a peu de temps, un nouvel accident, d'une extrême gravité, a encore eu lieu. En présence de tels faits, il est à désirer que l'administration prenne des mesures pour les éviter, ou du moins pour en atténuer les fâcheuses conséquences.

Notre ami et ancien camarade d'études, M. Cadiat, ayant été consulté au sujet de la machine qui a éclaté récemment, a fait des recherches dont le résultat peut être utile à porter à la connaissance des industriels qui font usage de ces machines. Ces résultats sont des calculs servant à déterminer l'intensité des efforts qui tendent à faire éclater ces machines, et les

proportions qu'il est nécessaire de leur donner pour être assuré que, selon leur constitution, la quantité de matière dont on les charge, et le degré de vitesse qu'on veut leur communiquer, elles soient toujours capables de résister.

Lorsque le tambour, chargé d'une matière sucrée liquide, se meut autour de son axe vertical, toutes les parties qui le composent sont sollicitées par la force centrifuge, dont l'effort principal tend à rompre la paroi cylindrique du tambour; il se produit dans le liquide un espace vide *a b c d f* de forme parabolique (fig. 1, pl. 39), engendré par une parabole dont l'axe *c*X se confond avec l'axe de rotation.

L'équation de cette parabole est

$$y^2 = \frac{2\,g}{w^2}\,x$$

(Voir *Traité d'Hydraulique*, par d'Aubuisson, page 459.)

$$\frac{2\,g}{w^2} \text{ est le paramètre.}$$

y et x sont les coordonnées, rapportées à l'axe de rotation *c*X, et à un plan horizontal Y*c*, que l'on peut supposer passant par le sommet de la parabole.

$2g = 19{,}62$, c'est le double de la gravité g.

w est la vitesse angulaire, ou la vitesse mesurée à un mètre de distance de l'axe.

Les y représentent la distance de chacun des points de la surface parabolique à l'axe de rotation, et les x représentent les hauteurs de ces points au-dessus du plan horizontal *c*Y.

Au moyen de cette équation, connaissant deux des trois quantités y, x, w, on peut toujours déterminer la troisième. Ainsi, connaissant la vitesse angulaire d'un point tel que *b* et sa distance à l'axe, on peut, en cherchant la valeur de x pour ce point, et la valeur d'x pour le point le plus élevé de la section parabolique, tel que le point *a*, en déduire la hauteur *ab* de la colonne liquide qui presse le point *a*.

Si l'on considère ce qui se passe dans le tambour pendant la rotation, on voit :

1° Qu'il n'y a qu'une petite portion du paraboloïde qui soit comprise entre les bases *hl*, *gh* du tambour ; les autres portions de ce paraboloïde sont purement fictives, l'une est située au-dessous de la base inférieure du tambour, l'autre est située au-dessus de la base supérieure. La hauteur *ab* de cette dernière, mesure la hauteur de la colonne liquide qui produit la pression sur les parois du tambour ;

2° Que la circonférence intérieure du rebord du tambour appartient à l'une des sections du paraboloïde, et que la hauteur de la portion du para-

boloïde qui produit la pression sur les parois du tambour est d'autant plus grande, que le diamètre intérieur du rebord est plus petit ou que le plan *bd* se rapproche plus du sommet de la parabole;

3° Que la saillie intérieure du rebord détermine la quantité maximum de liquide, que sous une vitesse donnée le tambour peut conserver;

4° Enfin on voit que le rebord intérieur a pour effet de remplacer l'action de toute la colonne liquide *ab* qui est située au-dessus; que si le tambour n'avait pas de rebord, la colonne liquide serait nulle, qu'il n'y aurait point de pression exercée contre les parois, et que la presque totalité du liquide s'échapperait par dessus le bord du tambour.

Maintenant, il est facile de déterminer la hauteur de fluide que le rebord remplace, il faut chercher la plus grande hauteur du vide parabolique, ou la valeur de x pour la section *af*, dont le diamètre est égal au diamètre du cylindre.

Appelons H cette hauteur, et r le rayon du tambour,

quand $H = x$, on a $y = r$,

et par suite $$H = \frac{r^2 w^2}{2g}.$$

Appelons r', le rayon intérieur du rebord *bd*,

et H', la hauteur de ce rebord au-dessus de *cy*,

on a aussi $$H' = \frac{r'^2 w^2}{2g}.$$

Si on appelle h' la hauteur *ab* ou la différence entre les hauteurs H et H',

on aura $$h' = H - H' = \frac{r^2 w^2}{2g} = \frac{r'^2 w^2}{2g}$$

ou $$h' = \frac{w^2}{2g}(r^2 - r').$$

En appelant b, la moitié de la hauteur entre les deux bases du tambour, et h la hauteur totale de fluide qui produit la pression sur la paroi verticale du tambour,

on aura $$h' + b = \frac{w^2}{2g}(r^2 - r'^2) + b$$

ou $$h = \frac{w^2}{2g}(r^2 - r'^2) + b.$$

En multipliant cette hauteur par la densité qui est environ de 1200, par le rayon intérieur du tambour et par la hauteur de ce tambour, on obtiendra l'effort produit par le liquide soumis à la force centrifuge, tendant à

déchirer le tambour suivant un plan passant par l'axe ou suivant deux des sections de sa paroi verticale.

Cet effort sera donc égal à

$$h \times 2b \times 2r \times 1200 = \left(\frac{w^2}{2g}(r^2 - r'^2) + b\right) 2b \times 2r \times 1200.$$

Il reste à déterminer l'effort exercé sur la paroi par la force centrifuge à laquelle elle est soumise.

La force centrifuge qui s'exerce sur la paroi du tambour a pour expression

$$\frac{PV^2}{gR}.$$

P est le poids de la moitié du tambour.

V la vitesse à la circonférence.

R le rayon.

g la gravité $= 9{,}81$.

Mais cette force est dirigée normalement sur tous les points de la circonférence du tambour; pour en tirer la somme des composantes perpendiculaires au plan de rupture, qui agissent de chaque côté de ce plan, il faut multiplier cette expression par le rapport du diamètre à la demi-circonférence

ou par $$\frac{2}{3{,}14}.$$

Ainsi, la somme des composantes perpendiculaires au plan de rupture qui tend à rompre la paroi du tambour suivant deux de ses sections est

égale à $$\frac{2}{3{,}14}\,\frac{PV^2}{gR}.$$

Par suite, l'effort total dû au liquide et au poids de la paroi du tambour a pour expression générale,

$$\left(\frac{w^2}{2g}(r^2 - r'^2) + b\right) 1200 \times 2b \times 2r + \frac{2}{3{,}14}\,\frac{PV^2}{gR}.$$

Pour faire usage de cette formule, dans le cas particulier de la machine qui s'est rompue, il suffit de remplacer les lettres par leurs valeurs numériques.

Voici les données relatives à cette machine :

Rayon moyen de la paroi verticale du tambour,	0,411	$= R$.
Rayon mesuré sur la toile sans fin,	0,403	$= r$.
Hauteur de la paroi,	0,30	$= 2b$.
Rayon intérieur du rebord intérieur,	0,344	$= r'$.

Section totale de la paroi, 0,002562. . . . = S.
Cube total de la paroi, 0,006718.
Poids de la paroi en fonte, 0,006718×7200 = 48 kil.
Poids de la toile métallique, 3

Poids de la moitié du tambour, $\frac{51}{2} = 25,5 = P$.

Vitesse angulaire en raison de 1000 tours par minute est égale à

$$\frac{1000 \times 3,14 \times 2}{60} = 104,66 = w$$

Le carré de la vitesse angulaire à 1000 tours = 10953,71 = w^2.
La vitesse moyenne de la paroi à 1000 tours égale

$$\frac{3,14 \times 0,822 \times 1000}{60} = 43^{m} = V.$$

En substituant les données dans la formule générale, on trouve que pour une vitesse de 1000 révolutions l'effort qui tend à rompre les parois est égal à

$$\left(\frac{10953,71}{19,62}(0,403\text{-}0,344)+0,15\right)1200 \times 0,30 \times 0,806 + \frac{2}{3,14} \times \frac{25,5}{9,81} \times \frac{18,49}{0,411}$$

ou à $33,09 \times 290,16 + 3061 = 9601 + 3061 = 12662$ kil.

Or, la section de la paroi du tambour est pour l'un des côtés,

$$S = 25^{m.c.}62$$

pour deux côtés, cette section est

$$S = 51,24 \text{ centimètres carrés,}$$

donc l'effort supporté par la fonte par chaque centimètre carré de la section transversale est égal à

$$\frac{12662}{51,62} = 245 \text{ kilogrammes.}$$

C'est environ le cinquième de l'effort qui produit la rupture de la fonte; car on sait que la fonte supporte environ 1300 kil. par chaque centimètre carré.

En calculant la quantité maximum de matière que le tambour était susceptible de contenir, on trouve que cette quantité correspond à la portion du paraboloïde intercepté par les deux bases du tambour. Cette portion est un volume annulaire compris entre la surface cylindrique intérieure du tambour et la surface du paraboloïde; et qu'on obtiendra en déduisant le volume du tronc paraboloïde du volume cylindrique.

Le volume cylindrique est égal à :

$$3,14 \times r^2 \times 2b$$

ou à $$3,14 \times 0,1622 \times 0,30 = 0^{m}\,15279.$$

Le volume du paraboloïde peut être considéré comme un tronc de cône dont la grande base a pour rayon le rayon du rebord intérieur, qui est de $0^{m}344$.

On obtiendra le rayon de la petite base au moyen de l'équation de la parabole $y^2 = \frac{2g}{w^2}x$:

1° En déterminant d'abord la valeur de X pour la grande base, en substituant dans cette équation aux quantités y, $2g$ et w^2, leurs valeurs respectives 0,344, 19,62 et 10953,71, on a ainsi

$$X = \frac{0,1183 \times 10953,71}{19,62} = 66^{m}\,04\,;$$

2° En cherchant ensuite la valeur de y pour la petite base.

Pour cette dernière base, on a

$$X = 66,04 - 0,30 = 65,74,$$

par suite on trouve

$$Y^2 = \frac{19,62}{10953,71} \times 65,74 = 0,117,$$

d'où $$Y = 0^{m}\,343,$$

c'est le rayon du cercle de la petite base.

Ce rayon ne différant du rayon de la grande base que d'un millimètre, on voit qu'à la vitesse de 1000 révolutions le vide dans la matière sucrée est sensiblement de forme cylindrique.

Le volume de ce vide est égal à

$$3,14 \times 0,117 \times 0^{m}30 = 0^{m.c.}\,11021.$$

En déduisant ce volume du volume que nous avons trouvé plus haut, on trouve

$$0,15279 - 0,11021 = 0^{m}04258.$$

La densité du sirop étant 1200, le poids de ce volume est égal à

$$0,04258 \times 1200 = 51 \text{ kilogrammes}.$$

Nous croyons devoir renvoyer au 1er vol. de notre *Génie industriel* l'historique complet des appareils à force centrifuge, dans leurs diverses applications, et particulièrement dans la fabrication des sucres.

APPAREIL A HÉLICE,

DU NAVIRE A VAPEUR LA BICHE,

A CYLINDRES HORIZONTAUX ADOSSÉS,

DE LA FORCE DE 120 CHEVAUX,

CONSTRUIT

Par MM. MAZELINE, frères, du Havre.

(PLANCHES 39 ET 40.)

Cet appareil construit pour l'un des bâtiments ou avisos de l'État (*la Biche*) est remarquable par sa disposition particulière, le peu d'emplacement qu'il occupe dans le navire ; son peu de hauteur qui le met au-dessous de la ligne de flottaison, comme aussi par plusieurs parties importantes de sa construction.

Ses machines sont horizontales et placées en travers de la coque. Les cylindres à vapeur sont horizontaux, se touchant entièrement par l'une de leurs bases, de telle sorte qu'à l'extérieur ils paraissent ne former qu'un seul et même cylindre.

Leurs pistons portent chacun deux tiges qui se réunissent par une traverse dont le milieu porte la bielle qui s'assemble par l'autre bout, à la manivelle motrice. Cette application de double tige a permis de placer les arbres de couche qui portent les manivelles très-proche des cylindres, et par suite de faire occuper à tout l'appareil un espace très-restreint. Deux roues droites montées sur ces axes transmettent à la fois le mouvement des deux machines à un pignon droit placé à l'extrémité de l'arbre de l'hélice.

Les pompes à air sont aussi horizontales et commandées par les traverses qui réunissent les tiges des pistons. Ces pompes sont à double effet et donnent de bons résultats, malgré la vitesse à laquelle elles fonctionnent.

Les tiroirs de distribution présentent aussi des particularités en ce qu'ils sont équilibrés en grande partie, de telle sorte que leur frottement est

considérablement réduit, et par conséquent on peut les manœuvrer avec une grande facilité. Ils portent des glissières ou tiroirs de détente à position variable, pour permettre de changer à volonté le degré d'expansion.

Les pompes alimentaires et les pompes de cale sont placées verticalement, appliquées contre l'extérieur du bâtis des machines, et leurs pistons fonctionnent par des excentriques rapportés à l'extrémité des axes additionnels qui font marcher la distribution.

L'hélice est à deux ailes seulement; après une suite d'expériences faites, d'une part par M. Cavé, et de l'autre, par MM. Mazeline, ces constructeurs ont reconnu que c'était ce système qui donnait les meilleurs avantages, ils ont su dans plusieurs cas appliquer une disposition fort commode pour débrayer l'hélice et au besoin l'élever au-dessus de l'eau quand les machines ne fonctionnent pas; c'est surtout avantageux pour les navires à voiles.

La fig. 2, pl. 39, représente un plan général des deux machines qui composent l'appareil : d'un côté le plan est vu en dessus et de l'autre il est supposé coupé par l'axe de l'un des cylindres et des tiroirs de distribution, et en même temps par l'axe de la roue dentée.

La fig. 3, pl. 40, représente une élévation de tout l'appareil avec une section verticale d'une portion du navire dans la partie où il se trouve placé. L'un des cylindres est également supposé coupé par l'axe. Ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/20ᵉ; elles montrent que les deux cylindres à vapeur A ne forment qu'un seul et même corps, placé horizontalement et séparé simplement dans le fond par des plaques de tôle *a;* il renferme les pistons B à garniture métallique formée de cercles concentriques et dont le joint extérieur est complétement fermé par une pièce de raccord *b* sur laquelle agit constamment un repoussoir à ressort et à vis *c* comme le montre le détail fig. 4. pl. 40.

Au lieu d'être traversés à leurs centres par une tige, comme à l'ordinaire, ces pistons portent au contraire chacun deux tiges parallèles C qui ne se trouvent pas dans un même plan horizontal et qui laissent entre elles un espace suffisant pour le passage des manivelles et de leur arbre de couche. Les couvercles D des cylindres portent alors deux boîtes à étoupes semblables *d;* ces tiges C se prolongent parallèlement pour se relier aux deux fortes traverses en fer E au milieu desquelles s'assemblent par articulation les courtes bielles en fer forgé F qui doivent transmettre le mouvement des pistons aux manivelles motrices G.

Aux extrémités de chaque traverse sont ajustées des glissières *e*, qui glissent dans les coulisseaux rectilignes et bien dressés H, disposés d'une manière analogue à ceux adoptés dans les locomotives, à l'exception qu'ils sont entièrement en fonte au lieu d'être en fer. Des boîtes à graisse *f* sont placées au-dessus, pour tenir les surfaces en contact constamment lubrifiées.

Les arbres de couche en fer corroyé I, qui portent les manivelles motrices G, sont placés parallèlement à eux-mêmes et à l'axe du navire, le

plus près possible des cylindres, afin que l'appareil occupe peu d'emplacement, et, en même temps, pour que les diamètres des roues d'engrenage J, qu'ils portent, ne soient pas trop considérables.

Ces roues, destinées à transmettre le mouvement du moteur à l'hélice, engrènent ensemble avec le pignon droit en fonte K, qui est monté à l'extrémité de l'axe L, lequel se prolonge jusqu'au dehors du bateau, pour recevoir le propulseur. Les deux roues J ont leur denture en bois à double étage et chevauchées, comme l'indique le plan, fig. 2, afin de diminuer le jeu autant que possible. Elles sont ajustées sur leur arbre dans une partie excentrée faite exprès; de telle sorte que lorsqu'on enlève la clef qui les y maintient, on peut aisément les débrayer, en leur faisant faire simplement un demi-tour sur leur axe; elles s'éloignent alors par leur circonférence de celle du pignon, avec lequel elles n'engrènent plus. Par cette disposition, qui est très-simple, on peut donc, au besoin, ne faire marcher qu'une des deux machines.

La vapeur arrive des générateurs, placés sur l'avant du navire par rapport aux machines, par de gros tuyaux recourbés L, qui l'amènent dans une première boîte en fonte M, dans laquelle est renfermé le régulateur *g*, fig. 6 et 7. Ce dernier est relié à la tige à crémaillère *h*, avec laquelle engrène le secteur *h'*, dont l'axe porte une grande manette h^2 (fig. 3), que l'on manœuvre à la main. Lorsque le régulateur est ouvert, la vapeur passe dans la grande boîte de distribution N, qui est appliquée contre la face verticale du cylindre, et qui renferme le grand tiroir de distribution N', dont la construction présente une particularité remarquable.

La grande surface que possèdent ces tiroirs, et par suite la pression qui s'exerce contre elle, occasionnant un frottement considérable sur le siége, MM. Mazeline ont appliqué, pour diminuer de beaucoup cette pression, deux espèces de petits pistons O (fig. 7ᵃ), qui se relient par une courte tige à charnière en haut et en bas du tiroir (1). Ces pistons sont ajustés et mobiles dans les tubulures cylindriques O', ménagées sur le couvercle de la boîte de distribution. Leur construction est analogue à celle des pistons ordinaires à garniture métallique.

On comprend sans peine que la vapeur qui arrive dans la boîte pressant, d'un côté sur le dos du tiroir, et de l'autre sur la face des pistons, le frottement exercé sur le siége devient à peu près nul; il pourrait l'être en effet complétement, si la surface des deux pistons était égale à celle du tiroir. Un petit canal *i*, qui débouche par ses extrémités dans ces deux cylindres latéraux O', et par le milieu à l'air libre, sert à éviter que les pistons n'éprouvent de la résistance du côté opposé à la vapeur, autre que la simple pression atmosphérique.

Sur la face postérieure du tiroir sont appliquées deux glissières à res-

(1) Nous avons déjà indiqué une disposition analogue appliquée par M. Cavé aux marteaux-pilons à vapeur.

sorts *j*, qui, vers le milieu, portent des écrous en cuivre traversés par une tige commune *k*, filetée d'un pas à droite et d'un pas à gauche, afin qu'en la tournant dans un sens ou dans l'autre, on les écarte ou on les rapproche à la fois. Comme elles fonctionnent en même temps que le tiroir, mais aussi indépendamment de celui-ci, elles interceptent alternativement les lumières *l*, *l'*, qui se mettent en communication avec celles *m*, *m'* du cylindre, et par suite interrompent l'introduction de la vapeur. Cette interruption a lieu plus tôt ou plus tard, suivant le plus ou le moins d'écartement qui existe entre elles, et, par conséquent, le degré de la détente est plus ou moins considérable.

Un petit axe à cames circulaires *n* permet de régler l'adhérence des glissières sur le tiroir. Il traverse une boîte à étoupes, à l'extérieur de laquelle il porte une poignée ou manivelle *n'*.

La tige de ces glissières se prolonge en dehors de la boîte de distribution, pour se relier par articulation avec la bielle en fer P, dont l'autre extrémité s'assemble avec le bouton excentré *o*, qui termine l'arbre additionnel Q, afin de leur imprimer un mouvement rectiligne alternatif.

Cet arbre Q sert aussi à faire mouvoir le tiroir de distribution et les pompes à eau. A cet effet, on voit d'abord qu'il est relié par une manivelle G' au bouton de la première G, afin d'être entraîné dans la rotation de cette dernière. Vers l'autre extrémité, il porte trois excentriques, dont l'un, le plus grand R (fig. 2 et 3), est embrassé par le tirant R', qui communique à la tige du tiroir de distribution. Mais cet assemblage a lieu par une sorte d'encliquetage S, que l'on embraye ou que l'on débraye à volonté, à l'aide de la grande manette de mise en train S' formant levier à déclic (fig. 8). Ce mécanisme a de l'analogie avec celui qui est généralement en usage dans les appareils de navires à vapeur, pour permettre de marcher en arrière comme en avant, selon les besoins; aussi l'arbre Q porte, à l'extrémité par laquelle il s'assemble avec la manivelle G', un contre-poids excentré Q'. Une boîte cylindrique en cuivre T (fig, 9), contenant un petit piston avec ressort à boudin, se relie avec le mécanisme, pour maintenir le système embrayé quand on marche en avant.

Le second excentrique U, monté sur le même arbre à côté du précédent, fait mouvoir le piston de la pompe à eau U', dont on voit les détails en élévation et en coupe verticale sur les fig. 10 et 11 de la pl. 39; et enfin le troisième excentrique V, qui se trouve du côté opposé tout à fait à l'extrémité de l'arbre, fait mouvoir le piston plein de la pompe alimentaire V', munie comme la précédente de ses clapets d'aspiration et de refoulement, en prenant une portion de l'eau provenant du condenseur, pour l'envoyer à la chaudière.

Nous avons dit que MM. Mazeline avaient disposé dans cet appareil les pompes à air horizontales et à double effet; cette disposition fait partie du brevet d'invention de 15 ans qu'ils ont pris en France, le 10 janvier 1847. Ils en ont fait l'application dans plusieurs bâtiments à vapeur, et en parti-

culier à *la Pomone*, de 260 chevaux, au *Roland*, de 400 chevaux, et à *la Biche*, de 120 chevaux.

Les corps de pompe X sont en cuivre, placés sous les arbres moteurs et parallèlement à l'axe des cylindres à vapeur ; le piston X′ de chaque pompe (fig. 12) est plein et à garniture; sa tige se relie à l'espèce de bras courbe Y, qui fait corps avec la traverse E du piston à vapeur, afin de suivre exactement les mouvements de celui-ci, et de marcher par suite à la même vitesse. Sur le côté latéral et vers les extrémités de chaque pompe, sont appliquées les chapelles à soupapes Z (fig. 12 et 13), qui renferment chacune deux disques ou clapets circulaires *s*, servant, l'un à l'aspiration de l'eau du condenseur formé par la capacité inférieure en fonte ménagée sous les cylindres, et l'autre, au dégagement de cette eau, qui est projetée dehors du navire par les conduits Z′.

Voici au sujet de cet appareil les données principales et les résultats d'expériences des deux corvettes de même force, *la Biche* et *la Sentinelle*, établies par MM. Mazeline pour la marine de l'État :

RÉSULTATS DES MACHINES DES CORVETTES-AVISOS LA BICHE ET LA SENTINELLE.

Le poids de chaque appareil complet, y compris l'eau dans les chaudières, est de 62,900 kil.

Pendant les épreuves, les tirants d'eau du bâtiment étaient :

à l'AR (*à l'arrière*) = $4^m 33$;
à l'AV (*à l'avant*) = $3^m 30$.
Différence 1,103.

Tirant d'eau moyen = $3^m 815$.

Au tirant d'eau, la surface plongée du maître-couple est de $20^{m.q.}90$,

Et la force nominale de 120 chev. donne 5 chev. 74 par chaque mètre carré.

L'épreuve étant terminée, on a constaté que la moyenne des coups de piston par minute était de 53,87;

Ce résultat est d'autant plus remarquable, que pendant les cinq heures de marche consécutives on n'a pas eu besoin de *stopper* une seule fois.

La moyenne des sillages donnés par le lock a été pour les cinq heures de marche :

8 nœuds 5.

Mais on a atteint fréquemment jusqu'à 10 nœuds.

L'accélération de vitesse d'un sixième porte le nombre des coups de piston nécessaire, pour avoir les 80 révolutions de l'hélice

de 52,17 à 60.

Cette accélération a été obtenue facilement, la vapeur a toujours été

fournie abondamment par les chaudières, elle s'est toujours échappée par le tuyau des soupapes de sûreté. — Tous les organes de la machine ont fonctionné très-régulièrement, sans trépidation, sans chocs.

Terme moyen du nombre des révolutions de l'hélice eu égard au diamètre des roues d'engrenages et au nombre des coups de piston par minute,

$$\frac{53,87 \times 2,76}{1,80} = 82,6.$$

Pas moyen de l'hélice, 3m 50.

Vitesse d'impulsion de l'hélice par seconde,

$$\frac{82,6 \times 3^{m}50}{60} = 4,82.$$

Recul de l'hélice,

$$\frac{4,82 - 4,33}{4,82} = 0,102.$$

Ainsi, le recul de l'hélice n'a été que d'environ 1/10.

Ce résultat approximatif démontre certainement l'immense avantage des hélices à pas variable et les bonnes proportions de celle de l'appareil.

Puissance.— Force réelle de l'appareil moteur. Si l'on fait entrer la vapeur à basse pression librement dans les cylindres, c'est-à-dire pendant les 94/100 de la course des pistons, la densité de cette vapeur sera de 0,00058.

Les manomètres des chaudières marquant 20 à 25 centimètres, on a obtenu 49 coups de piston.

Il y a donc

$$0,94 \times 2550 \times 0,00058 \times 60 \times 49 = X' = 4086.$$

En divisant 4086 par 30 poids, de vapeur dépensée en une heure par cheval, on a pour la force de l'appareil moteur, marchant à basse pression, 136 chevaux.

La formule de Poncelet, en tenant compte de l'action de la détente, dans le fonctionnement de la machine à 5/10 d'introduction de la vapeur et à $1^{atm.}7$ de pression, nous donnera pour chaque machine :

$$\text{F ou force en chevaux} = K \frac{53,87 \times + t}{60 \times 75}$$

t ou travail d'un double coup de piston

$$= 20666 \times 1^{atm.}7 \times 0^{m}32 \times 1^{m}69 - 20666 \times 0^{atm.}4 \times 0^{m}637 = 13733,56$$

donc $$F = K \frac{53,87 \times 13733,56}{60 \times 75} = K \times 164,40$$

et $$2\,F = K \times 328,80.$$

Le coefficient K qui se rapporte aux engrenages, au frottement et aux diverses pertes de force, peut être estimé égal à 1/2.

Alors la puissanceré elle ou l'effetuti le de l'appareil moteur, pour une introduction de vapeur de 5/10 de la course des pistons et une pression de 53 centimètres de mercure avant la détente dans les cylindres, est de 164 chev. 40.

CONSOMMATION DU CHARBON. — Le charbon dont on s'est servi pour les expériences, brûle vivement et fait beaucoup de flamme; mais il est léger et ne soutient pas longtemps la chaleur.

Les observations sur la consommation du combustible ont eu lieu vent en bout, vent du travers et vent arrière, par une circonstance heureuse qui a réuni ces trois allures dans l'intervalle de 1 heure 50′.

La vapeur étant toujours admise aux 5/10 de la course des pistons, on a brûlé

1230 kilogrammes de charbon en 1 h. 50′ ou en 110′.

C'est 5 kil. 6 par heure et par force de cheval *nominal*.

Mais ce n'est que 4 kil. environ par heure et par force de cheval, si l'on considère la puissance réelle ci-dessus constatée. Ajoutons que dans l'état normal de navigation, la consommation est loin d'atteindre ce chiffre constaté pendant les épreuves où l'on chauffe à outrance, etc.

APPAREILS DE NAVIRES A VAPEUR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE.

En terminant, disons-le avec un certain orgueil d'ailleurs tout national, si à l'Exposition universelle de cette année, on ne voit parmi les grandes machines de navigation que des appareils de construction anglaise, du moins toutes les personnes qui connaissent ce qui se fait chez nous peuvent constater que ces appareils ne présentent pas plus de nouveauté ni de particularités que les appareils de construction française.

Ainsi, MM. Watt et Ce, de Soho, ont exposé les machines d'un bâtiment à vapeur à hélice, de la force nominale de 700 chevaux, système à quatre cylindres horizontaux, de 1^{m}32 de diamètre et à course réduite, à 0^{m}915, pour marcher à 65 révolutions par minute, avec des pompes à air inclinées à 45°, dont les pistons marchent avec une vitesse égale aux 3/5 de celle des pistons à vapeur.

M. Cavé a exécuté, pour la marine française, un appareil de 650 chevaux, qui est également d'un volume et d'un poids très-réduits, et dans lequel on remarque des dispositions nouvelles et avantageuses, et en particulier l'application de cylindres oscillants, que l'habile constructeur a proposés il y a plus de 25 ans, et appliqués sur un très-grand nombre de machines fixes.

MM. Slaughter de Bristol ont exposé un appareil beaucoup moins puissant (de 50 chevaux), mais disposé aussi à petite course, pour donner un grand nombre de révolutions, avec des pompes à air verticales, d'une vitesse égale seulement au quart de celle des pistons à vapeur qui doivent donner 120 coups doubles par minute.

Plusieurs constructeurs français en ont fait tout autant, et sont arrivés à réduire également, d'une manière très-notable, le poids des machines.

MM. Penn et Ce, de Greenwich, qui, comme on le sait, ont adopté, avec M. Maudsley, mais longtemps après M. Cavé, le système à cylindres oscillants, sont les seuls exposants qui dans leur appareil à hélice de 30 chevaux, aient disposé les pompes à air horizontalement et à double effet, avec les tiges de leurs pistons reliées directement à celles des pistons à vapeur pour marcher à la même vitesse.

On a vu plus haut que MM. Mazeline frères sont brevetés en France, depuis 1847, pour une disposition analogue. L'appareil de *la Biche*, que nous venons de décrire, est certainement remarquable par son peu de hauteur, qui le met à l'abri du boulet, par son faible poids, comme par la simplicité du mouvement des pompes à air. Il en est de même de l'appareil de *la Pomone*, qu'ils ont construit antérieurement, et de celui du *Roland*, de 400 chevaux. Déjà en 1845, les mêmes constructeurs avaient proposé des machines légères à volume très-restreint, et dont le poids ne s'élevait pas, avec l'eau dans les chaudières, à 500 kil. par cheval. D'autres maisons sont également parvenues à des résultats analogues.

Sous le rapport de l'exécution, on sait aussi que la plupart de nos constructeurs sont à la hauteur des meilleurs constructeurs anglais. Et, nous l'avons vu constater par nos voisins et par un grand nombre d'étrangers, à la dernière Exposition de 1849, les machines exposées ne laissaient rien à désirer. Tels étaient, par exemple, l'appareil de 120 chevaux du *Flambard*, par M. Nillus (1), les pièces détachées pour bateaux de MM. Schneider du Creusot; telles étaient encore les locomotives de M. Cail et de M. Gouin, les machines à vapeur de MM. Trésel, Farcot, Bourdon, et un grand nombre d'autres.

Placés dans les circonstances les plus défavorables, et, pour ainsi dire, sans aucunes commandes importantes du gouvernement ni des compagnies, nos principaux constructeurs n'ont pu envoyer à l'Exposition universelle des échantillons de leurs produits.

C'est une chose déplorable à dire (mais quand on voit encore des compagnies aller à l'étranger, malgré la pénurie dans laquelle se trouve notre métallurgie en général, il faut bien le dénoncer), pourquoi va-t-on, à notre époque, commander chez nos voisins des appareils de navires (comme

(1) Ce navire fait aujourd'hui un très-bon service, comme son modèle *le Phénix*, de 220 chevaux, du même constructeur. *Le Phénix*, construit depuis plus de quatre années, est cité comme l'un des meilleurs *steamers* de l'État, surpassant les navires anglais de cette époque.

on vient de le faire pour un service de Caen au Hâvre), quand nous avons chez nous les constructeurs les plus recommandables et les plus expérimentés, qui ont fait leurs preuves, et dont, après tout, les prix ne sont pas plus élevés ? Il est vrai, et nous l'ajoutons avec plaisir, une autre compagnie rivale, sans doute mieux renseignée, et aussi d'un esprit plus national, fait exécuter des navires analogues pour le même service, par une maison de construction française.

L'amour-propre national, en Angleterre, fait la force même de ce pays d'ailleurs si remarquable. Chez nous, il n'en est pas de même. On vante beaucoup les établissements de nos voisins, leurs moyens d'exécution, et on ne sait souvent pas toute l'intelligence, toutes les ressources qui existent dans nos propres usines.

Nous surprendrions bien du monde, certainement, si nous disions, par exemple, que dans tel atelier français, on exécute mieux, plus vite et à meilleur marché, un arbre en fer de 8 à 10,000 kil., que dans les forges les plus considérables de la Grande-Bretagne ; et cependant nous le démontrerons bientôt.

Bien des personnes seraient également étonnées d'apprendre qu'il existe, à l'heure qu'il est, dans des établissements anglais, comme modèles (nous ne dirons pas des bronzes et autres objets d'art, cela est très-général,), mais des *bandages de roues sans soudures*, des *métiers à tricot circulaires*, etc., et qu'on n'avoue pas que ces produits sont de production française.

Nous nous rappellerons toujours cette flegmatique réponse, qui fut faite par un fabricant de sucre anglais à l'un de nos bons amis, ancien dessinateur d'une de nos meilleures maisons de construction d'appareils à sucre. Cet ami lui demandait à visiter son établissement, ne pensant pas qu'il ferait la moindre difficulté, puisque toutes les machines, tous les appareils, et même les ustensiles avaient été fournis par sa maison, et que c'était lui-même qui en avait fait tous les plans; mais ce fabricant lui dit en lui montrant un pain de sucre qu'il avait mis sous verre dans son bureau : « On ne sait pas fabriquer du sucre comme cela en France ! » Et il l'éconduisit poliment, sans même lui montrer l'entrée de sa fabrique.

Les matières premières, comme la houille le fer, et d'autres métaux, sont extrêmement répandues dans la Grande-Bretagne, et par suite d'un prix peu élevé; les voies de communication sont aussi très-multipliées, et en outre les capitaux sont dix fois plus nombreux que dans tout autre pays. On comprend qu'avec de telles conditions, les constructeurs anglais puissent livrer leurs machines à des prix inférieurs. Néanmoins, lorsque les machines sont d'un faible poids, comparativement à la main-d'œuvre, les prix sont moins élevés en France.

BANDAGES SANS SOUDURE POUR ROUES DE WAGONS ET DE LOCOMOTIVES,

Par MM. PETIN et GAUDET, maîtres de forges à Rive-de-Gier.

MM. Petin et Gaudet, à qui l'on doit d'utiles et heureux perfectionnements dans l'exécution des pièces en fer corroyé, employées dans les puissantes machines, comme les essieux de locomotives, les arbres de couche, les manivelles, les tiges de pistons, les bielles pour navires à vapeur, etc., sont parvenus à faire des bandages de roues, en cercles, sans soudure, avec une précision et une netteté remarquables.

On sait que jusqu'alors les bandages étaient livrés par les fabricants aux constructeurs et aux compagnies des chemins de fer, en barres droites de la longueur voulue, et on les cintrait dans les ateliers, en les chauffant dans des fours spéciaux, pour les ajuster sur la circonférence des roues.

Actuellement, MM. Petin et Gaudet livrent ces bandages circulaires au diamètre demandé, ce qui évite d'une part la soudure, qui est toujours difficile à faire, et ne présente pas toute la sécurité voulue, et de l'autre les déchets, les frais de main-d'œuvre et de combustible. Ces habiles fabricants sont même parvenus à exécuter ces cercles assez exacts, assez précis, pour éviter l'opération du tournage.

Les ingénieurs de chemins de fer, les constructeurs de wagons et de locomotives, comme les compagnies, doivent d'autant mieux adopter de tels bandages, que non-seulement ils ne laissent rien à désirer sous le rapport de leur confection, de la nature du corroyage du fer, mais encore ils procurent une économie considérable, comme on peut s'en rendre compte par les résultats suivants :

Une barre droite pour bandage de roue de wagons, dans les dimensions voulues, pour un diamètre de 1 mètre environ, pèse 160 kil.

Elle se livre à la compagnie, au prix de 63 fr. les 100 kil....... soit =	100 f.	80
La façon pour le cintrage, le soudage et le combustible, revient à =	30	
La perte pour les déchets, dans cette double opérat., est de 12 k. à 63 f. =	7	55
Le prix de revient total est donc de........	138	35

Et comme le bandage ne pèse plus, en définitive, que 148 kil., on voit que le prix du cercle par kilogramme est de 138,35 ÷ 148 = 0,935,

C'est-à-dire qu'il revient à 93 fr. 50 c. les 100 kil.

Les bandages circulaires sans soudure de même section et de même diamètre, livrés par MM. Petin et Gaudet, pour roues de wagons, pesant 148 kil., se vendent à raison de 65 fr. les 100 kil.

Ils reviennent donc à la compagnie = 96 fr. 20 c.

C'est-à-dire à 42 fr. 15 c. moins cher par cercle, que les bandages livrés en barres.

Mais, en outre, ces bandages, fournis en barres, sont après le cintrage et le soudage portés sur le tour, afin d'être tournés dans toutes leurs parties, en dedans comme en dehors; ce qui exige une seconde main-d'œuvre, et produit une nouvelle perte.

Ainsi, le prix du cercle provenant de la bande cintrée et soudée, s'élève comme

on vient de le voir à .... = 138 f. 35
L'alésage et le tournage extérieur ne coûtent pas moins de........ = 6 60
Les déchets s'élèvent à 10 kil. environ, à 93 fr. 50 c. les 100 kil... = 9 35
Total................ 154 30

A déduire pour le fer provenant des déchets à 12 fr. les 100 kil...... 1 20

Le prix de revient du bandage fini est donc de = 153 10

Et comme il ne pèse plus que 138 kil., le kilogramme revient donc à

$$153^{f.}\,10 \div 138 = 1^{f.}\,11.$$

Les cercles sans soudure de MM. Petin et Gaudet, qui peuvent se monter directement sur la roue et servir sans alésage ni tournage préalables, ne coûtent pour le même poids de 138 kil. à 65 fr. les 100 kil., que

$$\frac{138 \times 65}{100} = 89^{f.}\,70.$$

Par conséquent l'économie sur l'ancien système est de :

$$153^{f.}\,10 - 89^{f.}\,70 = 64^{f.}\,40$$

par cercle d'égale section et d'égal diamètre, et de même poids.

Avec de tels avantages, on doit comprendre qu'un aussi économique système puisse se répandre rapidement et s'appliquer sur toutes les lignes de chemins de fer.

Les procédés généraux de forgeage du fer de MM. Petin et Gaudet sont brevetés en France, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne, etc.

ÉTAT COMPARATIF DES DÉPENSES DE TRACTION SUR DIVERS CHEMINS DE FER FRANÇAIS,

Par M. Desgranges, ingénieur du matériel du chemin de fer d'Amiens à Boulogne.

Nous avons reçu de M. Desgranges, ancien camarade d'École, et ingénieur du chemin de fer d'Amiens à Boulogne, une note extrêmement intéressante concernant les dépenses de traction faites sur nos principaux chemins de fer. Elle est résumée dans le tableau ci-après.

Ce travail, qui n'est peut être pas aussi complet qu'on pourrait le désirer, est cependant, dans l'état actuel, déjà très-satisfaisant et véritablement remarquable, si on veut tenir compte des difficultés que l'auteur a dû rencontrer, pour se procurer des documents nécessaires et précis. Nous en sommes convaincus, on le jugera digne d'intérêt, en reconnaissant son entière exactitude, M. Desgranges n'ayant voulu accepter aucun chiffre douteux, mais se reposer complétement sur des bases officielles. En voici le résultat :

TABLEAU COMPARATIF DES DÉPENSES DE TRACTION SUR DIVERS CHEMINS DE FER.

DÉCOMPOSITION des DÉPENSES.	AMIENS A BOULOGNE.			COMPAGNIE DU NORD.					Compagnie de Lyon. — Budget 1851.	ORLÉANS.				Centre — 1850.	ORLÉANS A TOURS.		TOURS A NANTES.		Montereau à Troyes. — 1849-50	Strasbourg à Bâle. — 1830.
	1849.	1850. 1er sem.	1850. 2e sem.	1846.	1847.	1848.	1849.	1850.		1845.	1847.	1849.	1850.		1848-49	1849-50	1848-49	1849-50		
	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.	f. c.		f. c.	f. c.	
Coke pour locomotives. ...	0.391	0.343	0.346	0.507	0.424	0.413	0.305	0.313	0.540	0.552	0.644	0.460	0.352	0.430	0.656	0.523	»	0.375	0.425	»
Entretien du matériel : locomot., voitures et wagons.	0.317	0.362	0.287	0.556	0.557	0.559	0.552	0.694	0.585	0.550	0.829	0.945	0.690	0.300	0.576	0.534	»	0.387	0.310	»
Traitement des mécaniciens et chauffeurs..........	0.198	0.187	0.174	0.282	0.254	0.351	0.226	0.214	0.215	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ingénieur et personnel des bureaux..............	0.045	0.040	0.033	0.042	0.038	0.033	0.028	0.023	0.070	0.378	0.556	0.550	0.548	0.440	0.550	0.497	»	0.623	0.365	
Huile, graisse, eau des machines, etc............	0.079	0.074	0.060	0.121	0.103	0.128	0.066	0.068	0.090	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Total par train et par kilom.	1.030	1.006	0.900	1.508	1.376	1.484	1.177	1.312	1.500	1.480	2.026	1.955	1.590	1.170	1.782	1.554	1.729	1.385	1.100	1.190
Observations sur le matériel.	Très-lourd.			Lourd.					»	Très-léger.				Léger.	Léger.		Léger.		Léger.	Léger.

On remarquera que le prix de traction est calculé : au *kilomètre* parcouru par les *trains*.

Cette dépense comporte exactement tout ce qui est relatif au *service spécial de traction*,

C'est-à-dire le combustible;

Le traitement des mécaniciens, chauffeurs, chefs de dépôt, nettoyeurs, etc.;

Réparations du matériel roulant comprenant les locomotives, voitures et wagons, et tous frais d'ateliers relatifs à ces réparations;

Les dépenses de graissage, de lavage, l'alimentation des machines, les eaux, etc.;

Enfin le personnel des bureaux.

Il est bon de remarquer aussi que les chiffres plus ou moins élevés de la première catégorie de dépenses (coke), ne doivent pas toujours faire préjuger du degré de consommation des locomotives.

Ainsi, de ce que le chiffre du coke est plus élevé sur la ligne d'Orléans à Bordeaux, que le chiffre du coke sur la ligne du Nord, par exemple, il ne faut pas en conclure que les machines de la ligne de Bordeaux consomment plus que celles du Nord. Le prix du coke fait souvent cette différence, et c'est ce qui a lieu dans ce cas. En effet, la première ligne paie la tonne de coke plus de 50 francs, tandis que la seconde ne la paie pas 30 francs.

Quant aux autres dépenses il n'en est pas de même ; on ne peut s'expliquer les différences que par des frais plus considérables de réparations, plus ou moins bien surveillées, plus ou moins bien entendues; cela tient évidemment à plusieurs causes que l'on peut apprécier. Le matériel lourd, la grande vitesse, la position de la ligne et son tracé tortueux ou en pente, sont des causes d'augmentation de dépenses de traction.

Il en est de même de la non uniformité du matériel.

Au contraire, un *matériel léger*, des *vitesses ordinaires*, un chemin non accidenté, des locomotives uniformes, et d'un bon système, sont des éléments d'économie.

Il faut bien reconnaître aussi qu'une bonne organisation de service, le choix d'un personnel entendu et peu nombreux, ne contribuent pas peu à améliorer les prix de traction.

M. Desgranges a le soin d'observer encore que plus le nombre de kilomètres parcourus sur une ligne est grand, plus la dépense *par kilomètre* se trouve réduite.

Aussi la ligne du Nord, celle d'Orléans qui font 2 à 2,500,000 kilomètres par année, doivent voir leurs frais généraux, *par kilomètre*, beaucoup plus réduits que sur une ligne secondaire, où il faut un personnel de service général presque aussi coûteux, et qui ne fait que 1,000,000 à 1,200,000 kilomètres.

Sous ce rapport, les premiers chemins devraient donner de meilleurs résultats que les derniers; toutefois ce n'est pas toujours ce qui arrive.

En résumé, on voit que la ligne d'Amiens à Boulogne est celle dont les résultats sont les plus économiques. Cependant cela ne peut dépendre des causes énumérées plus haut. Le matériel des voitures et wagons qui fonctionnent sur cette ligne est le plus lourd de tous les chemins. La vitesse est également *la plus considérable*, et cela est exigé à cause de la concurrence par Calais. Cette ligne *a de nombreuses courbes et pentes*, et elle est, de plus, continuellement exposée aux vents

de mer, ce qui augmente considérablement l'effort de traction, enfin le combustible de machines coûte 43 fr. 50 c. la tonne à la compagnie, et son parcours annuel est d'environ 6 à 800,000 kilomètres.

Il faut donc reconnaître, en définitive, comme nous le disons plus haut, que la part de la bonne organisation du service en général et des ateliers est pour beaucoup dans ce résultat. C'est donc un fait capital qu'il est utile de signaler. Nous le constatons avec d'autant plus de satisfaction que cet avantage est obtenu par des anciens élèves des écoles d'arts et métiers, afin qu'on reconnaisse au moins que dans cette industrie comme dans d'autres et sous une infinité de rapports, ils peuvent donner d'aussi bons, sinon de meilleurs résultats, que beaucoup d'ingénieurs qui ne se croient pas d'égaux.

On doit à M. Desgranges plusieurs améliorations utiles qu'il a su apporter dans l'industrie des chemins de fer; déjà nous avons publié le système perfectionné de grue à chariot, se manœuvrant du bas, pour enlever les diligences; nous ne tarderons pas à donner son nouveau mode de distribution de vapeur, permettant de réduire notablement la surface du tiroir et de supprimer presque complétement les pertes de force résultant des frottements.

COMBINAISON CHIMIQUE DU FER ET DE LA FONTE,

PAR M. MORIES STIRLING.

Le procédé de M. Stirling consiste à placer des morceaux ou des rognures de fer dans les moules qu'on emploie pour couler les gueuses avec la fonte qui sort du haut-fourneau. Cette fonte en fusion enveloppe les rognures solides, et est livrée dans cet état au consommateur; lorsqu'elle est refondue au cubilot du fondeur pour les moulages, le mélange entre en combinaison chimique en produisant jusqu'à un certain point une diminution dans la quantité du carbone que la masse contenait, une modification dans la structure et un grain d'une forme différente.

La fonte, ainsi composée, acquiert un grain serré et sans aucune altération, quant à sa fusibilité, et un degré extraordinaire de dureté, de façon que, tout en conservant ainsi toutes les facilités d'application que présente la fonte en métal durci, on acquiert bon nombre des avantages que nous offre le fer malléable, ce qui fait de cette fonte, pour toutes les applications où les conditions essentielles sont la force et la légèreté, une matière des plus précieuses, surtout dans la construction des chemins de fer, des bâtiments d'habitation, et pour un grand nombre de travaux de moulage. La résistance ou la force de ce métal dur varie nécessairement avec les proportions du fer doux qu'on y introduit.

Quand il a commencé ses expériences, M. Stirling avait tout simplement l'idée d'améliorer ou d'élever la qualité des fontes inférieures, c'est-à-dire, d'augmenter la force des fontes les plus faibles et les plus liquides, et de les rendre égales aux fontes de première qualité. Mais tout en se livrant à ses expériences, il a vu surgir ce fait remarquable, que toutes les natures de fonte pouvaient l'être, par un mélange de fer, portées en général à une force moyenne qui dépassait de beaucoup celle des meilleures fontes. Si on ajoutait foi aux résultats donnés par M. Hodgkinson, on trouve que pour faire rompre une barre de fer de Blaenavon,

de 6,45 centimètres carrés et 1m 371 entre les appuis.
Il faut un poids moyen de 205 kil. 14 seulement.
Le résultat maximum était 262 kilog.

Dans les expériences propres de M. Stirling, avec sa fonte dure, le poids qui produit la rupture s'est élevé jusqu'à 395k. 55, et M. Rennie, en faisant usage des produits du procédé Stirling, a obtenu 408 kilog. La moyenne pouvant être fixée à 340 kilog.

Les proportions entre le fer et la fonte dépendent de la provenance de la fonte et de la marque ou qualité des produits de l'usine. Comme règle générale, c'est la fonte d'Écosse qui exige le plus de rognures, et celle du pays de Galles qui en demande le moins; celle de Staffordshire est entre les deux. Pour la fonte écossaise n° 1 à l'air chaud, 11 à 18 kilogrammes de rognures doivent être ajoutées par quintal, tandis que pour les usages généraux la fonte n° 8 à l'air chaud ne paraît pas propre à ce mélange, excepté pour les grands moulages dans lesquels 15 à 20 p. 100 de rognures produisent une fonte admirable. Chacune de ces qualités de fonte du Staffordshire et du pays de Galles exige une addition bien moindre que ces chiffres.

Une des premières questions relatives à l'introduction dans le commerce d'un perfectionnement quelconque, est celle relative au prix. Dans le cas dont il s'agit, il n'y a pas accroissement dans les prix de la fonte, excepté par rapport à la qualité primitive du métal dont elle est fabriquée. Ainsi, la fonte écossaise en gueuse à 62 fr. la tonne, lorsqu'on y ajoute le prix du fer malléable et les droits dus à l'inventeur, coûte de 12 à 18 fr. par tonne de 1015 kil. en sus; mais comme point de départ, la fonte ainsi fabriquée offre 60 pour 100 de plus en résistance que la fonte qui est cotée 93 et 125 fr. la tonne.

L'amélioration des bonnes fontes n'est pas aussi sensible que celle des qualités inférieures, quoique M. Rennie ait démontré dans ses expériences que la meilleure fonte, celle de Blaenavon avait été améliorée jusqu'à 67 p. 100. En fait toutes les épreuves expérimentales tendent à prouver que le mélange est disposé à élever toutes les fontes jusqu'à leur maximum de force, et quelle que soit celle des trois qualités de fonte dont on fait choix, une proportion convenable de rognures leur donne une force moyenne de 49 à 56 kilog. par centimètre carré.

Le rapport des commissaires, dans leur travail sur l'application du fer aux ouvrages d'art, sur les chemins de fer, constate que cette nouvelle fonte a présenté assez d'importance pour exiger un long et minutieux examen des divers échantillons choisis pour les expériences pendant le cours de cette longue enquête. Dans les expériences relatives à la résistance à l'extension, la seconde qualité de fonte nouvelle a exigé un poids de 1810 kilog. par centimètre carré pour se rompre; tandis que le résultat le plus élevé pour la fonte de Blaenavon a été de 1175 kilogrammes.

La résistance moyenne à l'écrasement, chez les secondes et les troisièmes qualités, a été 8,500 et 10,000 kilog. par centimètre carré respectivement.

Blaenavon n° 2, 7,710 kilog.

Le mélange, pour expérimenter la résistance transversale, a été: n° 1, air chaud, Staffordshire des forges de Ley, avec 15 pour 100 de fer malléable, formant du métal dur de la troisième qualité. Les dimensions des barres étaient : longueur, 2m 55, poids de 54k. 05; poids, entre les appuis, 48k. 50; épaisseur 0m 0507; largeur, 0m 050. Le résultat moyen avec une charge de 609k. 37 a donné une flèche

d'inflexion de $0^m 0492$, avec inflexion permanente de $0^m 0066$. La charge moyenne de rupture a été 666^k. 50, avec inflexion ultime de $0^m 0543$. Les comparaisons de ces résultats avec ceux donnés par d'autres fontes exigeraient nécessairement qu'on entrât dans des développements très-étendus, mais toute personne accoutumée à faire travailler le fer, pourra très-bien le tenter d'après les résultats de sa propre expérience.

Tous les ingénieurs sont tombés d'accord sur la force supérieure qu'on obtient par le mélange de différentes espèces de fonte, et M. Fairbairn, dans sa déposition devant la commission d'enquête, a cité les procédés de M. Stirling, comme constituant un perfectionnement réel sur toutes les combinaisons qui avaient été proposées antérieurement en donnant des exemples d'épreuves faites sur des fermes en fonte combinée au fer comparées à des fermes en fonte ordinaire, et où les résistances ont été dans le rapport de 33,25 à 51,5.

Plusieurs des principaux maîtres de forges de l'Écosse ayant acquis des licences pour l'exploitation de cette invention, ont fait aux usines de Dundyvan une série très-étendue d'expériences sur différents composés avec les fontes de cette localité. La charge de rupture moyenne pour la fonte ordinaire de Dundyvan, en barres de 6 centimètres carrés, 451, et $0^m 686$ de distance entre les appuis, a été trouvée expérimentalement pour la fonte n° 1, 389 k. 92; pour la fonte n° 2, 419^k. 85; pour la fonte n° 3, 404^k. 43. La même fonte, n° 1, avec 14^k. 51 de rognures de fer au quintal, a exigé 650^k. 17 pour sa rupture; et la fonte n° 2, avec 13^k. 15 de rognures, a donné un résultat de 634^k. 37.

La grande différence dans la texture du fer malléable et celle de la fonte, et la manière observée dont le premier se comporte à une chaleur intense, a fait croire pendant longtemps que toute tentative, pour opérer une semblable combinaison, consisterait en un simple mélange mécanique partiel, jusqu'au moment où M. Stirling a démontré que le fer forgé entrait en fusion dans la fonte et s'y combinait chimiquement. La combinaison est parfaite, et il y a toujours homogénéité complète quand on prend les précautions convenables pour le mélange.

FIN DU TOME SEPTIÈME.

TABLE RAISONNÉE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME SEPTIÈME

DE LA PUBLICATION INDUSTRIELLE.

I.

II.

V.

VI.

VII.

X.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

AUTEURS, MÉCANICIENS, INGÉNIEURS ET MANUFACTURIERS,

QUI ONT ÉTÉ CITÉS DANS CE VOLUME

Pour leurs Ouvrages, pour leurs Inventions, ou pour leurs Travaux.

A.

B.

C.

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE.



